

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

MARIANA MALTA DE FARIAS

EFEITOS ECONÔMICOS E REGIONAIS DA RENOVAÇÃO DOS CONTRATOS DE
CONCESSÃO DAS EMPRESAS FERROVIÁRIAS NO BRASIL

JUIZ DE FORA

2024

MARIANA MALTA DE FARIAS

EFEITOS ECONÔMICOS E REGIONAIS DA RENOVAÇÃO DOS CONTRATOS DE
CONCESSÃO DAS EMPRESAS FERROVIÁRIAS NO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial a obtenção do título de Mestra em Economia. Área de concentração: Economia.

Orientador: Prof. Dr. Admir A. Betarelli Jr

JUIZ DE FORA

2024

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Farias, Mariana Malta de.

Efeitos econômicos e regionais da renovação dos contratos de concessão das empresas ferroviárias no Brasil / Mariana Malta de Farias. -- 2024.

100 p.

Orientador: Admir Antonio Betarelli Junior

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia, 2024.

1. Transporte. 2. Ferrovias. 3. Concessão. 4. Equilíbrio Geral Computável. I. Betarelli Junior, Admir Antonio , orient. II. Título.

Mariana Malta de Farias

Efeitos econômicos e regionais da renovação dos contratos de concessão das empresas ferroviárias no Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Economia Aplicada. Área de concentração: Economia.

Aprovada em 19 de fevereiro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Admir Antonio Betarelli Junior - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Weslem Rodrigues Faria

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr^a. Andressa Lemes Proque

Universidade Federal de São João Del Rei

Juiz de Fora, 24/01/2024.



Documento assinado eletronicamente por **Admir Antonio Betarelli Junior, Professor(a)**, em 19/02/2024, às 10:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Weslem Rodrigues Faria, Professor(a)**, em 19/02/2024, às 15:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Andressa Lemes Proque, Usuário Externo**, em 19/02/2024, às 15:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1678368** e o código CRC **60414D57**.

Dedico este trabalho aos meus pais e meu irmão.

AGRADECIMENTOS

Expresso minha gratidão a Deus, por Sua constante orientação, força e inspiração ao longo desta jornada acadêmica. À Santa Rita, minha fiel intercessora junto ao Pai nos momentos de desespero.

Aos meus pais, pelo amor, apoio, incentivo e orações. Ao meu irmão por seu apoio e por acreditar em mim em todos os momentos.

Ao meu orientador, professor Admir Betarelli pela paciência, dedicação, orientação e oportunidade de realizar esta pesquisa. Suas orientações foram fundamentais para o meu desenvolvimento acadêmico.

Agradeço também aos membros da banca examinadora por dedicarem seu tempo na avaliação deste trabalho e aos demais professores que tive a oportunidade de conviver no mestrado.

Às minhas amigas Diana, Gabriela e Talita, por entenderem minha ausência e sempre estarem dispostas a me ajudar.

Às amizades que fiz no mestrado, Filipe, Lucas e Fran, por compartilharem experiências, desafios e aprendizados ao longo desta jornada acadêmica.

Aos colegas Arthur e Murillo, pela paciência e convivência no projeto que originou esta dissertação.

À Fapemig, pelo suporte financeiro concedido por meio do Projeto “Efeitos econômicos da renovação dos contratos de concessão das empresas ferroviárias no sistema produtivo mineiro”, que tornou possível a realização deste estudo.

Ao Programa de Pós Graduação em Economia Aplicada da UFJF, por fornecer ambiente adequado e corpo docente para o desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço ainda a todos os que, de alguma forma, contribuíram para este trabalho, direta ou indiretamente.

Muito obrigada a todos.

RESUMO

Com a globalização do comércio, apenas os mercados que dispõem de sistemas de transporte eficazes conseguem competir em escala global, sendo as ferrovias protagonistas nessa cadeia. No Brasil, o setor ferroviário de carga experimentou ganhos sucessivos de produtividade após sua reestruturação na segunda metade da década de 1990, resultando em benefícios diretos para a base exportadora da economia brasileira. Estes avanços de produtividade no período pós-concessão refletiram a tendência global de reestruturação do setor, especialmente em um contexto de crescente globalização. A situação global tornou as empresas exportadoras mais dependentes do transporte ferroviário de carga para aumentar sua competitividade diante da internacionalização do consumo e da produção. No país, o setor de transporte ferroviário de carga está organizado em corredores logísticos definidos para facilitar o escoamento da produção doméstica até os portos marítimos. A renovação dos contratos de concessão das empresas ferroviárias no Brasil impacta a economia em nível nacional e em suas diversas regiões. Neste contexto, a dissertação visa projetar os efeitos econômicos e regionais da nova fase de concessões no setor ferroviário de carga no Brasil, iniciada em meados de 2015. Para as simulações foram construídos dois conjuntos de choques, 2017-42 e 2043-60, decorrentes da variação da produção e dos investimentos planejados no setor ferroviário de carga, associados às renovações das concessões na economia brasileira. Para atingir esse propósito, emprega-se um modelo dinâmico de equilíbrio geral computável, o *The Enormous Regional Model* (TERM-BR), calibrado para o ano de 2015 e especialmente desenvolvido para lidar com dados regionais altamente desagregados. A estrutura de dados do modelo considera adequadamente a atividade ferroviária de carga.

Palavras-chave: Transporte. Ferrovias. Concessão. Equilíbrio Geral Computável.

ABSTRACT

With the globalization of trade, only markets equipped with effective transportation systems can compete on a global scale, with railways playing a leading role in this chain. In Brazil, the freight railway sector experienced successive productivity gains after its restructuring in the second half of the 1990s, resulting in direct benefits for the country's export base. These productivity advances in the post-concession period mirrored the global trend of sector restructuring, especially in the context of increasing globalization. The global landscape has made exporting companies more reliant on freight rail transport to enhance their competitiveness in the face of the internationalization of consumption and production. In the country, the freight railway transport sector is organized into defined logistical corridors to facilitate the flow of domestic production to maritime ports. The renewal of concession contracts for railway companies in Brazil impacts the economy at the national level and in various regions. In this context, the dissertation aims to project the economic and regional effects of the new phase of railway concessions in Brazil, started in mid 2015. For the simulations, two sets of shocks were constructed, 2017-42 and 2043-60, resulting from variations in productivity and planned investments in the freight rail sector, associated with concession renewals in the Brazilian economy. To achieve this purpose, a dynamic computable general equilibrium model is used, The Enormous Regional Model (TERM-BR), calibrated for the year 2015 and specially developed to deal with highly disaggregated regional data. The model's data structure adequately considers freight rail activity.

Keywords: Transport. Railways. Concession. Computable General Equilibrium.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição espacial das empresas ferroviárias no Brasil	28
Figura 2 - Produtividade (TKU).....	30
Figura 3 - Etapas do processo de renovação dos contratos das ferrovias	32
Figura 4 - Andamento das prorrogações de contrato das concessões ferroviárias.....	33
Figura 5 - Operações logísticas da VLI.....	37
Figura 6 - Procedimento de desagregação do transporte ferroviário de cargas	50
Figura 7 - Participação relativa das concessionárias na FBKF	53
Figura 8 - Estrutura do modelo EGC	58
Figura 9- Estrutura básica do modelo	60
Figura 10 - Mecanismo de composição da demanda no modelo	63
Figura 11 - Estrutura de produção do modelo TERM (BR).....	66
Figura 12 - Simulações em modelos EGC dinâmicos.....	71
Figura 13 - Efeitos do choque de produção nos principais indicadores macroeconômicos por região (%).....	80
Figura 14 - Efeitos do choque de produção no PIB das regiões (var. % acumulada).....	81
Figura 15 - Efeitos do choque de investimento nos principais indicadores macroeconômicos por região (%).....	82
Figura 16 - Efeitos do choque de investimento no PIB das regiões (var. % acumulada)	83
Figura 17 - Produção setorial por região (produção)	84
Figura 18 - Produção setorial por região (investimento).....	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronologia da evolução ferroviária nacional.....	22
Quadro 2 - Evolução do processo de concessão no setor ferroviário.....	24
Quadro 3 - Metas de desempenho para os 5 anos iniciais (%).....	24
Quadro 4 - Principais produtos transportados por ferrovia.....	29
Quadro 5 – Metas das renovações concessionárias antecipadas.....	34
Quadro 6 - Síntese da revisão empírica.....	47
Quadro 7 - Descrição regional da base de dados do TERM-BR.....	67
Quadro 8 - Setores do modelo TERM-BR.....	68
Quadro 9 - Produtos do modelo TERM-BR.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Divisão modal do consumo intermediário	56
Tabela 2 - Variações reais (%) dos principais indicadores macroeconômicos	72
Tabela 3 – Produção anual do contrato	74
Tabela 4 - Variação % do investimento ano a ano	75
Tabela 5 - Efeitos macroeconômicos dos choques de produção (%).....	76
Tabela 6 - Efeitos macroeconômicos dos choques de investimento (%).....	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALL - América Latina Logística S.A.
ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquáticos
ANTF – Associação Nacional dos Transportes Ferroviários
ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres
CEMPRE - Cadastro Central de Empresas
CIF - *Cost, Insurance and Freight*
CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNT – Confederação Nacional do Transporte
COFER - Comissão Federal de Transportes Ferroviários
DEA – *Data Envelopment Analysis*
DNEF – Departamento Nacional de Estradas de Ferro
DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte
EFC – Estrada de Ferro Carajás
EFVM – Estrada de Ferro Vitória a Minas
EGC – Equilíbrio Geral Computável
EPL – Empresa de Planejamento e Logística
FBKF - Formação Bruta de Capital Fixo
FICO - Ferrovia de Integração Centro-Oeste
FIOL – Ferrovia de Integração Oeste-Leste
FNS – Ferrovia Norte-Sul
FNSTC - Ferrovia Norte Sul Tramo Central
FNSTN - Ferrovia Norte Sul Tramo Norte
FOB - *Free on Board*
FTC – Ferrovia Tereza Cristina
GEROF - Gerência de Regulação e Outorga de Infraestrutura
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFE – Inspeção Federal de Estradas
I-P – Insumo-Produto
IPCA - Índice de Preços ao Consumidor Amplo
ISFLSF - Instituições Sem Fins de Lucro a Serviços das Famílias

MIP – Matriz de Insumo-Produto
OFI - Operador Ferroviário Independente
PAC - Pesquisa Anual de Comércio
PAIC - Pesquisa Anual da Indústria da Construção
PAS - Pesquisa Anual de Serviços
PIA - Pesquisa Industrial Anual
PIB – Produto Interno Bruto
PIL - Programa de Investimentos em Logística
PND – Plano Nacional de Desestatização
PPI - Programa de Parceria de Investimentos
RAS - *Raking and Scaling*
RFFSA – Rede Ferroviária Federal S.A.
SCN - Sistema de Contas Nacionais
SUFER - Superintendência de Infraestrutura e Serviços de Transporte de Cargas
TLSA - Transnordestina Logística S.A.
TKU – Toneladas por Quilômetro Útil
TRU - Tabela de Recursos e Usos
TU – Toneladas Úteis

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	TRANSPORTE FERROVIÁRIO E ECONOMIA	18
2.1	O setor ferroviário de carga no Brasil	22
2.2	A renovação dos contratos de concessão.....	30
3	REVISÃO DA LITERATURA APLICADA	40
4	METODOLOGIA	48
4.1	Matriz insumo-produto	48
4.2	Modelo de Equilíbrio Geral Computável	57
4.3	Estrutura básica do modelo TERM	58
4.4	Especificação teórica do modelo TERM.....	63
5	Desenho de simulação e ANÁLISE De resultados	70
5.1	Cenário de referência (<i>business-as-usual</i>).....	71
5.2	Análise de Política	72
5.3	Simulação da renovação antecipada do setor ferroviário	73
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
	REFERÊNCIAS	93

1 INTRODUÇÃO

O avanço da internacionalização dos processos de produção e dos mercados, junto ao aumento do comércio internacional, contribuem para o desenvolvimento de uma extensa e complexa rede de cadeias de suprimentos e bens. Essas redes conectam locais de produção distantes a diversos pontos de demanda em todo o mundo (MALLIDIS; DEKKER; VLACHOS, 2012; MEERSMAN *et al.*, 2016). As ferrovias, embora consideradas menos ágeis que o transporte rodoviário, são utilizadas para movimentar grandes volumes de carga a longas distâncias, como *commodities* agrícolas e minerais, no caso do Brasil. (BARAT, 2009).

Historicamente, o sistema ferroviário sempre foi responsável pelo crescimento econômico e estrutural de muitos países, especialmente porque oferece a possibilidade de levar muitas cargas. Na metade do século XX, uma grande mudança começou a acontecer no transporte, com mais ênfase no transporte por estrada. Esse período viu uma mudança importante nos investimentos e na forma como o setor operava. Para lidar com essas mudanças, o governo decidiu tomar medidas para reorganizar as empresas ferroviárias. Decidiram nacionalizar a maioria delas, criando a Rede Ferroviária Federal S/A (RFFSA) para coordenar e administrar essas empresas de forma centralizada. Essa decisão não só foi uma resposta às novas necessidades, mas também marcou uma mudança na direção do transporte no país.

Em 1950 o setor e os investimentos perdem importância e surge o fenômeno do transporte rodoviário. Portanto, a maioria das empresas ferroviárias deve ser nacionalizada e a gestão dessas novas empresas nacionais deve ser centralizada na recém-criada Rede Ferroviária Federal S/A (RFFSA). (MACHADO, 2023, p.5).

Observa-se que o setor ferroviário desempenha forte contribuição no panorama do transporte, destacando-se como uma peça central para a movimentação eficiente de cargas e passageiros. Ao oferecer uma alternativa sustentável e eficaz em comparação com o transporte rodoviário, as ferrovias não apenas atendem às necessidades logísticas, mas também contribuem para a redução do impacto ambiental. Além disso, a movimentação de grandes volumes de cargas, incluindo minérios, grãos e produtos industriais, desencadeia uma rede de abastecimento interna e impulsiona as exportações, fortalecendo a economia nacional. O aspecto mais notável é o papel das ferrovias no desenvolvimento regional, conectando áreas remotas e promovendo o crescimento econômico e social. Ao facilitar o acesso a regiões produtivas e promover a integração entre cidades, as ferrovias contribuem para a construção de um país mais conectado e próspero.

O Brasil é um país exportador de *commodities* de dimensões continentais e tem quase 50% de suas exportações concentradas em seis produtos: minério de ferro, petróleo, soja, café, carne e açúcar, os quais necessitam ser transportados por longas distâncias entre as regiões de onde são extraídos ou produzidos (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2020). Isso acontece devido as estradas ferroviárias revolucionarem o transporte, especialmente por encurtar as distâncias entre os polos de produção industrial e os consumidores. Dessa forma, elas proporcionam o desenvolvimento em diversos setores, colaborando para o crescimento econômico dos países que adotaram as ferrovias.

No país, o modal ferroviário é responsável por 21,46% do transporte de carga ante 67,61% do modal rodoviário. As redes ferroviárias, originárias de 1854 em um contexto de economia voltada para o exterior, representam uma estrutura com altos custos fixos relacionados ao arrendamento de trilhos e terminais junto aos investimentos em locomotivas e vagões. Por outro lado, os custos associados à mão de obra, combustível e energia são baixos, o que faz com que o transporte ferroviário de mercadorias de grande peso e baixo valor agregado seja uma alternativa na composição da matriz de transporte de cargas no Brasil (ONTL, 2021; FALCÃO, 2013).

As concessões ferroviárias referem-se à prática de conceder a operação, manutenção e, em alguns casos, o desenvolvimento da infraestrutura ferroviária a empresas privadas, mediante contratos específicos estabelecidos entre o governo e essas entidades privadas. Essa prática se destacou em várias partes do mundo, incluindo Europa, América do Norte e América Latina, como uma forma de introduzir a eficiência do setor privado no gerenciamento ferroviário, reduzir a dependência do financiamento público e melhorar a qualidade dos serviços prestados (MARTIN, 2002).

Outrossim, as concessões tornaram-se um tema frequente de debate e discussão entre os responsáveis pela formulação de políticas públicas, dada a incapacidade do setor público em financiar integralmente os investimentos em transporte e infraestrutura. Especificamente no contexto ferroviário, em que as atividades do setor se concentram no transporte de produtos até os portos por meio de corredores logísticos bem definidos no território brasileiro, os investimentos e aprimoramentos no setor ferroviário desempenham um papel estratégico na redução de custos e no aumento da competitividade das exportações brasileiras (BETARELLI, 2013).

O marco regulatório do setor ferroviário de carga no Brasil teve origem com a extinção da Rede Ferroviária Federal S/A (RFFSA) e, em 1997, concedeu a empresas privadas o direito de uso das linhas ferroviárias públicas, inicialmente por um período de 30 anos, passível de prorrogação por mais 30 anos (POMPERMAYER, 2012). Desde então, especialmente entre

1997 e 2010, o volume total de produtos transportados nas 12 redes ferroviárias concedidas cresceu aproximadamente 85%, passando de 253,3 para 470,1 milhões de toneladas úteis (TU). No mesmo período, a produção no setor cresceu 103%, representando um acréscimo de 141,2 bilhões de toneladas-quilômetro úteis (TKU) (CNT, 2010).

Neste mote de pesquisa, este trabalho tem por objetivo analisar os efeitos econômicos e regionais da renovação antecipada dos contratos de concessão do setor de transporte ferroviário no Brasil, buscando avaliar as contribuições da atividade ferroviária à economia brasileira, considerando a sua estrutura produtiva de 2015. Foi proposto um estudo utilizando a metodologia de Equilíbrio Geral Computável (EGC) e, dessa forma, para cada empresa concessionária buscou-se localizar métricas relacionadas aos investimentos e à produtividade previstos para o período de nova concessão. O modelo proposto é o TERM (*The Enormous Regional Model*) calibrado para 2015. O modelo utilizado apresenta-se como uma ferramenta adequada devido a sua capacidade de lidar com grande número de setores, permitindo análises para as relações econômicas da atividade ferroviária de cargas com as demais da economia. As contribuições desta pesquisa residem em fomentar a discussão sobre a importância do transporte ferroviário de cargas e seus efeitos econômicos e regionais além de contribuir para demais pesquisas e formuladores de política em razão do tema e das simulações realizadas.

Além deste capítulo introdutório, esta dissertação se organiza em mais cinco capítulos. O Capítulo 2 trata das principais características do setor ferroviário, sua estrutura teórica e a renovação dos contratos de concessão. O Capítulo 3 faz uma revisão da literatura com os principais trabalhos aplicados relacionados ao tema. O capítulo 4 descreve a metodologia do trabalho e também a base de dados utilizada. O Capítulo 5, por sua vez, discute o desenho de simulação e os resultados alcançados na pesquisa. Por fim, o Capítulo 6 reporta as considerações finais e as possíveis extensões para pesquisas futuras.

2 TRANSPORTE FERROVIÁRIO E ECONOMIA

A partir dos anos 1980, a globalização e os avanços tecnológicos trouxeram mudanças no cenário industrial e comercial nas últimas cinco décadas. Um aspecto importante dessas transformações é a fragmentação da produção em nível internacional e a formação de cadeias globais de valor, que representam uma conexão das atividades produtivas, envolvendo diversos países e permitindo a integração das diferentes etapas do processo produtivo em uma escala global (HERMIDA, 2017). Nesse cenário de comércio internacional globalizado, as economias que possuem sistemas de transporte eficientes conseguem competir globalmente e, assim, as regiões com altos custos logísticos enfrentam desvantagens competitivas. A globalização dos mercados gera uma demanda crescente por sistemas logísticos eficientes, tornando o transporte de produtos entre países uma necessidade que requer agilidade (CNT, 2013; BAHNOT; SINGH, 2014).

O avanço dos sistemas logísticos contribui para o desenvolvimento de uma ampla e complexa rede de cadeias de suprimentos e distribuição de bens. Essas cadeias interligam locais de produção distantes a diversos pontos de demanda em todo o mundo, permitindo uma conexão e integração abrangente. Destarte, ocorre um aumento nos fluxos comerciais internacionais, com destaque para o crescimento do comércio de bens intermediários em relação ao comércio de *commodities* e produtos. Essa tendência reflete a maior importância das trocas ao longo das cadeias globais de valor, impulsionando a interconexão e a interdependência das economias em todo o mundo (MALLIDIS et al., 2012; MEERSMAN et al., 2016; ZHANG; SCHIMANSKI, 2014).

Conforme a globalização produtiva e o crescimento do comércio internacional provocam alterações nas diversas cadeias logísticas, por sua vez, o desenvolvimento e a modernização das redes e processos logísticos exercem influência na mudança dos padrões de produção e comércio (HERMIDA, 2017; MEERSMAN, 2013). Emerge uma relação mútua entre as atividades de transporte e globalização dos negócios. Os ganhos de eficiência e melhorias na acessibilidade proporcionados pela evolução do sistema logístico têm impactos positivos sobre setores produtivos em uma economia. Esses impactos são maiores em economias diversificadas, orientadas para os mercados internacionais e com setores intensivos em transporte. Por isso, os setores de transporte desempenham um papel-chave na economia, facilitando o escoamento de cargas e influenciando a competitividade das economias em um cenário de mercados dinâmicos e reestruturação das cadeias produtivas (BETARELLI et al., 2019). Dessa maneira, os setores econômicos das regiões de uma nação estarão dependentes,

de forma mais ou menos direta, da provisão, funcionalidade e eficiência obtidas pelos serviços de transportes (FERREIRA, 2013).

Outrossim, as interações setoriais e regionais com as atividades de transporte dentro de cada sistema produtivo apresentam intensidades e distribuições variadas em razão das composições de custos e de demanda, que, em alguma medida, também reproduzem as características geográficas e a própria provisão de infraestrutura em uma economia (BETARELLI JUNIOR, BASTOS; PEROBELLI, 2011). A evolução do fluxo de demanda de cargas é, pois, o resultado das mudanças nas estruturas econômicas que geram demanda e oferta de bens em regiões geográficas específicas e formam a base para fluxo de transporte entre regiões (TAVASSZY; SMEENK; RUIJGROK, 1998).

Em geral, o transporte de mercadorias desempenha um papel chave na economia (Assad, 1980) e a capacidade do setor de responder às mudanças das exigências logísticas cada vez mais frequentes no mercado interno e externo garantem o funcionamento efetivo das cadeias de suplementos e de distribuição, reforçam as relativas tendências competitivas dos setores produtivos e regiões econômicas, assim como criam oportunidades de negócios. O transporte ferroviário de carga contribui para interligar cadeias produtivas entre regiões econômicas, especialmente as mais longínquas, e viabilizam a movimentação de mercadorias, para exportação ou de importação, ao sistema portuário em corredores logísticos bem estabelecido. O transporte ferroviário de carga refere-se à carga transportada utilizando vários vagões intermodais projetados para transportar mercadorias em granéis, containerizadas pelo padrão da Organização Internacional de Padronização (ISO) ou em carga geral, um nicho de mercado cada vez mais crescente (Lowe, 2005).

Baixas emissões, utilização da capacidade, relação custo-benefício, confiabilidade de cronograma e aplicação precisa de *Just in Time* (JIT) e *Just in Sequence* (JIS) são vantagens diferenciadas que podem ser obtidas com as locomotivas. O transporte ferroviário é mais ecológico devido ao seu menor consumo de combustível e emissões. Além disso, muitos bens podem ser enviados em uma única remessa e o custo em longas distâncias é baixo. O transporte ferroviário de mercadorias emprega um conjunto horários que fornecem cotações confiáveis para frete, este tipo de transporte terrestre é capaz de movimentar grande volume de carga com um custo relativamente mais baixo.

O sistema ferroviário de carga do Brasil é extenso, sendo a nona maior rede do mundo, com 29.817 km e classificando-se como a sexta maior produção, com 307 bilhões de toneladas-quilômetro (TKU) em 2015. No entanto, seu desenvolvimento enfrenta desafios devido ao alto volume de recursos necessários a longo prazo, além da necessidade de planejamento e

acompanhamento consistente. A produtividade dessa rede, medida em TKU/km, é diferente em comparação com redes ferroviárias de outros países. Ademais, a densidade da rede ferroviária brasileira é relativamente baixa em comparação com Estados Unidos, Rússia e China, e o transporte ferroviário representa uma porção menor na matriz de transportes do Brasil (ONTL, 2016).

O sistema brasileiro é focado principalmente na exportação de minerais e produtos agrícolas, representando 81% e 14% da produção, respectivamente. Todavia, a conectividade entre as diferentes malhas ferroviárias é limitada e sua utilização para o transporte de carga geral é baixa, com apenas 4%. Isso se deve à subutilização de trechos em função de infraestrutura ou falta de oferta e demanda. A velocidade média comercial das ferrovias brasileiras também é considerada baixa, atingindo 16 km/h, o que limita o transporte de cargas que não podem suportar tempos de viagem prolongados, como insumos e produtos industriais. Além disso, existem barreiras operacionais que afetam a competição no setor ferroviário, como o direito de passagem e o tráfego mútuo, que contribuem com um baixo percentual da receita total. Isso resulta em uma competição limitada entre as operadoras ferroviárias (ASSIS et al., 2017).

A competitividade de um sistema está condicionada à forma e ao grau de encadeamento do setor na matriz produtiva da economia. O processo de desenvolvimento econômico realiza-se por meio de desequilíbrios entre oferta e demanda de produtos e serviços entre os setores da economia, entre os quais estão os transportes, desencadeando um processo indutivo de busca pelo desenvolvimento de forma eficiente. Nesse processo existem alguns setores denominados setores-chave (TOYOSHIMA; FERREIRA, 2002). Segundo Perroux (1955), o setor-chave é aquele que apresenta maior poder de encadeamento para frente e, ou, para trás, de modo que o aumento do investimento nesse setor tem efeitos multiplicadores sobre a renda maiores que a média das atividades produtivas.

Do mesmo modo, Hirschman (1961) qualificou setor-chave e como aquele que pode induzir o crescimento em uma economia regional. Segundo o teórico, o processo de crescimento econômico por meio de desequilíbrios entre oferta e demanda em diversos setores da economia, incluindo o setor de transporte, estimula um processo indutivo de crescimento. Alguns setores-chave têm um poder acentuado de amplificar desequilíbrios e oferecer soluções devido às suas ligações com a estrutura produtiva. Identificar esses setores-chave é importante, já que podem gerar impactos sistêmicos acima da média e, portanto, merecem atenção no planejamento público para promover a competitividade e o desenvolvimento sustentável (HIRSCHMAN, 1961).

Para criar um processo de diversificação nas economias locais, é necessário que haja integração e expansão de um mercado regional. O crescimento das regiões periféricas, tanto em conhecimento quanto em emprego, desencadeia um ciclo virtuoso na dinâmica regional, estabelecendo um processo de desenvolvimento regional duradouro e sustentável. A rede ferroviária desempenha um papel central ao impulsionar o desenvolvimento regional. Ela viabiliza a penetração em regiões interiores a um custo relativamente baixo e permite o transporte eficiente de grandes volumes de mercadorias com custos de manutenção mais baixos do que as rodovias, o que é determinante, dada a limitação de recursos em países subdesenvolvidos (SILVA, 2017; NJOH, 2009).

Uma região em crescimento começa quando os fornecedores locais de bens e serviços começam a fornecer produtos para os exportadores iniciais da região. Algumas importações são usadas diretamente na produção de exportação, como matérias-primas e máquinas. Outras são incorporadas na economia local, impulsionando o crescimento das importações na região. Isso leva ao crescimento e diversificação dos produtos e serviços locais devido ao aumento da demanda proveniente da atividade de exportação, resultando em um efeito multiplicador na economia local (JACOBS, 1969).

O desenvolvimento regional surge levando em conta uma base exportadora, que é o centro de distribuição e cidades que desenvolvem atividades e serviços associados a produtos de exportação. O principal ponto é a definição do nível de renda de um determinado local. O aumento da base de exportação além de gerar o crescimento de uma região, aumenta a demanda por bens e serviços, salientando o efeito multiplicador que contribui no desenvolvimento de tal localidade. Conforme crescem regiões em torno de uma base exportadora, economias externas desenvolvem-se melhorando a posição do custo competitivo de seus artigos de exportação. Nesse sentido, os transportes têm função de se orientar para a base exportadora. Destarte, a relação entre o sistema de transporte e o crescimento de novas exportações está relacionado ao desenvolvimento dos transportes de forma geral (NORTH, 1977).

Em suma, como as linhas férreas atravessam as regiões econômicas e as interligam aos portos, os serviços de transporte ferroviário de carga contribui para a ampliação e diversificação da base exportadora e para o crescimento econômico de cada região, o que os tornam estratégicos para a política comercial de um país, em especial. Regiões econômicas que dispõem de uma estrutura produtiva diversificada, integrada e com significativa participação de setores intensivos no transporte ferroviários (e.g. atividades produtivas de soja em grão, extrativa mineral, siderurgia e de construção) podem ser as mais beneficiadas por políticas de concessão ferroviária que visam amplificar a capacidade produtiva e os investimentos do setor ferroviário

de carga. Essas políticas mudam o mapa da distribuição de custos, fretes e vantagens locais em um país.

2.1 O setor ferroviário de carga no Brasil

Na história do Brasil, o transporte ferroviário experimentou diferentes fases de maior ou menor envolvimento estatal, desde a prestação direta por empresas privadas, até a gestão integral pelo setor público. Somente a partir da década de 1990 a modalidade de concessão de serviços públicos tornou-se predominante. O desenvolvimento das ferrovias no Brasil esteve atrelado às políticas governamentais, as quais sofreram significativas mudanças ao longo da história, como observadas no Quadro 1, que resume evolução do sistema ferroviário segundo fases cronológicas, correlacionadas a períodos da história imperial e republicana. (GOMES, 2019; BRANCO, 2018).

A unificação administrativa das estradas de ferro pertencentes à União deu origem à Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA), criada em 1957 por meio da Lei nº 3.115, com o propósito de administrar, explorar, conservar, reequipar, ampliar e melhorar o tráfego das ferrovias. Em 1969 as ferrovias que integravam a RFFSA foram agrupadas em quatro sistemas regionais: Nordeste, Centro, Centro-Sul e Sul (CNT, 2015).

Quadro 1 - Cronologia da evolução ferroviária nacional

Fase	Período	Anos	Fatos
Fase I	Segundo Reinado	1835 – 1873	Início da implantação das ferrovias no Brasil e desenvolvimento lento do setor.
Fase II	Segundo Reinado	1873 – 1889	Expansão acelerada da malha ferroviária mediante empreendimentos privados.
Fase III	República Velha	1889 – 1930	Expansão acelerada da malha ferroviária, porém com o estado obrigado a assumir o controle de várias empresas.
Fase IV	Era Vargas e pós-guerra	1930 – 1960	Diminuição no ritmo de expansão e amplo controle estatal.
Fase V	Regime militar	1960 – 1990	Erradicação de ramais antieconômicos e implantação de projetos seletivos de caráter estratégico.
Fase VI	Nova República	1990 – 2018	Concessão de todo o sistema ferroviário nacional. Início da discussão em torno de sua prorrogação.

Fonte: adaptado de ANTF (2018).

Acerca dos órgãos reguladores relativos ao setor, a Inspeção Federal de Estradas (IFE), órgão do Ministério da Viação e Obras Públicas, foi criada em 1911 para ser responsável por fazer a gestão das ferrovias e rodovias federais. Logo depois, a IFE originou em 1937 o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), e em 1941 o Departamento Nacional de Estradas de Ferro (DNEF). O DNEF foi extinto em 1974, tendo suas funções entregues à Secretaria Geral do Ministério dos Transportes e à RFFSA (DNIT, 2023; LANG, 2007).

Entre os anos 1980 e 1992, houve redução de investimentos nos sistemas ferroviários pertencentes à RFFSA, contando em 1989 com 19% do valor que fora investido na década de 1980. Dessa forma, a RFFSA estava impossibilitada de gerar recursos e sustentava considerável desequilíbrio técnico - operacional, consequente da situação deteriorada da estrutura de bitolas e abandono da manutenção de material rodante. Destarte, com a inviabilidade de geração dos recursos necessários para continuar financiando os investimentos e com o propósito de melhorar os serviços ferroviários, o Governo Federal empreendeu ações relacionadas à privatização, concessão e delegação das ferrovias (DNIT, 2023).

Em 1992, a RFFSA foi integrada ao Plano Nacional de Desestatização (PND) por meio do Decreto nº 473, de 10 de março de 1992. Nesse processo, a empresa foi dividida com base em critérios geográficos, e as redes ferroviárias foram outorgadas à iniciativa privada mediante contratos de concessão celebrados entre 1996 e 1998, conforme estipulado pela Lei de Concessões e Permissões, Lei nº 8.987/1995. (SOUSA; PRATES, 1997; GOMES, 2019). O marco regulatório do setor ferroviário de carga no Brasil deu-se com a extinção da RFFSA. Em 1999, o Governo Federal mediante Decreto nº 3.277 e com base na Resolução nº 12 de 11 de novembro de 1999 do Conselho Nacional de Desestatização, liquidou, dissolveu e extinguiu a RFFSA (CNT, 2007; DNIT, 2009).

A desestatização do setor ferroviário culminou com a celebração dos contratos de concessão da Ferrovia Novoeste S.A (1996), Ferrovia Centro-Atlântica S.A (1996), MRS Logística S.A (1996), Ferrovia Tereza Cristina S.A. (1997), Ferrovia Sul-Atlântico S.A. (1997) Companhia Ferroviária do Nordeste (1998) e Ferrovias Bandeirantes S.A. (1998). As concessões realizadas transferiram a responsabilidade pelo serviço e investimento para empresas privadas por um período de 30 anos prorrogáveis por mais 30. (GOMES, 2019). O Quadro 2 reporta um histórico de evolução das concessões das ferrovias no Brasil, onde é possível observar a data de cada leilão bem como a data do início da operação de cada concessionária, além da respectiva extensão em quilômetros.

Quadro 2 - Evolução do processo de concessão no setor ferroviário

Malhas Regionais	Concessionárias	Data do leilão	Início da operação	Extensão (Km)
Oeste	Ferrovias Novoeste S.A.	05/03/1996	01/07/1996	1.621
Centro - Leste	Ferrovias Centro - Atlântica S.A.	14/06/1996	01/09/1996	7.08
Sudeste	MRS Logística S.A.	20/09/1996	01/12/1996	1.674
Tereza Cristina	Ferrovias Tereza Cristina S.A.	22/11/1996	01/02/1997	164
Nordeste	Cia. Ferroviária do Nordeste	18/07/1997	01/01/1998	4.534
Sul	Ferrovias Sul - Atlântico S.A.	13/12/1998	01/03/1997	6.586
Paulista	Ferrovias Bandeirantes S.A.	10/11/1998	01/01/1999	4.236

Fonte: adaptado de DNIT (2016).

O repasse do controle operacional à iniciativa privada gerou montante de US\$ 1,2 bilhão e aumentou os investimentos das concessionárias no setor ferroviário, provocando assim um aumento da demanda por esse modal. Desde o início das concessões e até dezembro de 2022, as ferrovias já investiram mais de R\$ 92 bilhões. Esses recursos foram destinados, principalmente, para melhoria e recuperação da malha, compra e reforma de material rodante, aquisição de novas tecnologias, capacitação profissional e qualificação das operações. Entre 1996 e 2014, os ganhos alcançaram arrecadação de aproximadamente R\$ 8 bilhões para o setor público com o pagamento de outorgas e arrendamentos (CNT 2017; ANTT, 2017; CNT 2015; ANTF, 2022).

Ficou estabelecido nos editais de licitação a obrigação ao atendimento de metas de desempenho, que foram determinadas com base na configuração operacional de cada malha e que deveriam ser atendidas em conjunto. É possível observar no Quadro 3 as metas de desempenho previstas em cada edital para os 5 anos iniciais de operação de cada malha em relação ao último ano sob a administração da RFFSA (SOUSA; PRATES, 1997).

Quadro 3 - Metas de desempenho para os 5 anos iniciais (%)

Malhas Regionais	Aumento da produção	Redução de acidentes
Oeste	46	40
Centro - Leste	63	40
Sudeste	29	40
Tereza Cristina	*	65
Nordeste	162	40
Sul	56	40

Fonte: adaptado de Souza e Prates (1997).

Foram realizados investimentos em tecnologia, ampliação de parcerias com clientes e operadores logísticos, diversificação e segmentação da oferta de serviços aos clientes. Ademais, desenvolveu-se ações voltadas às práticas de responsabilidade social, preventivas e de conscientização de segurança (OLYNTHO, 2009).

No setor ferroviário, as concessionárias desempenham o papel de concedentes, enquanto o governo atua como regulador. Em defesa da livre concorrência, o objetivo principal dessa relação é promover o bem-estar social, a eficiência produtiva, a segurança, o cumprimento das regras de concorrência e a proteção ambiental. A vantagem das concessões está no fato de que, ao contrário de outras formas de privatização, permitem a regulamentação de maneira mais eficaz por parte do Governo, além de permitir que elas tenham controle final acerca da infraestrutura enquanto o setor privado desempenha funções operacionais. Essa tendência foi notável em países da América Latina, que lideraram a adoção de concessões ferroviárias. A primeira experiência moderna de concessões ferroviárias ocorreu na Argentina, com o apoio do Banco Mundial (CNT, 2013; CAMPOS; CANTOS, 1999).

A privatização do setor ferroviário é considerada como uma tentativa, por parte do órgão concedente, de tornar atraente um empreendimento que antes apresentava déficits. Nos primeiros anos de implementação no Brasil, a gestão dos contratos de concessão ferroviários foi realizada pela Administração Direta, com destaque para o papel desempenhado pela Comissão Federal de Transportes Ferroviários (COFER), um órgão colegiado estabelecido pelo Decreto nº 1.945, de 28 de junho de 1996, e vinculado ao então Ministério dos Transportes (GOMES, 2019).

Em resposta à necessidade de um órgão regulador, a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) foi criada em 2001 como parte da reestruturação do setor de transportes no Brasil. Sua criação visou aprimorar a regulação e fiscalização do transporte terrestre, promovendo a eficiência, a segurança e o desenvolvimento econômico do país. A ANTT se dedica a supervisionar e melhorar o setor de transportes terrestres, que desempenha um papel fundamental na economia e na logística do Brasil. (CNT, 2013).

Na década seguinte à criação da ANTT, observou-se a consolidação do marco regulatório no setor ferroviário, destacando-se as Resoluções nº 3.694, 3.695 e 3.696, de 14 de julho de 2011, que se concentram na regulação do serviço. A primeira delas versa sobre as regras para os usuários do serviço, a segunda aborda as operações de compartilhamento, tráfego mútuo e direito de passagem entre as concessionárias, enquanto a última trata das metas de produção e segurança, utilizadas para avaliar o desempenho do serviço. Acerca da Resolução

nº 3.696/2011, destaca-se o fato dela ter sido atualizada sendo o dispositivo mais recente a Resolução nº 5.946/2021 (ANTT, 2011, 2021).

Após a regulação inicial em 2011, houve novas mudanças no marco regulatório do transporte ferroviário a partir de 2013, com a implementação da política de livre acesso à infraestrutura ferroviária, como parte do Programa de Investimentos em Logística (PIL) do Governo Federal. Essa política, chamada de *open access*, tinha o objetivo de expandir o transporte ferroviário de cargas, promover a concorrência e aumentar os serviços ferroviários para melhorar a logística do país. Ademais, a política buscava separar as funções de infraestrutura (concessão) e operação (autorização) do transporte ferroviário, permitindo outorgas separadas para essas atividades (desverticalização) (CNT, 2015; VIEIRA, 2022).

Foram introduzidas concessões para a exploração da infraestrutura, chamadas de concessões horizontais, que coexistiriam com os contratos existentes, conhecidos como concessões verticais, onde a empresa detém os direitos tanto da infraestrutura quanto da gestão e operação. Isso ocorreu devido à percepção de que as reformas regulatórias de 2011 não eram suficientes para reduzir a verticalização do setor e aumentar a oferta de serviços. Além disso, alterações na legislação, como a Lei n.º 12.743/2012, permitiram a emissão de autorizações para o transporte ferroviário de cargas não vinculado à infraestrutura a um Operador Ferroviário Independente (OFI). A ANTT também ganhou a competência para regulamentar os procedimentos de cessão a terceiros de capacidade de tráfego na infraestrutura ferroviária explorada por concessionárias (BRASIL, 2012; CNT, 2015).

Em decorrência, a ANTT reformulou a Resolução nº 4.348/2014 que disciplinava a prestação de serviço de transporte ferroviário de cargas não associado à exploração da infraestrutura. No modelo de acesso aberto, a Valec Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. adquiriria a capacidade de tráfego da infraestrutura ferroviária e a negociaria posteriormente com os OFIs interessados em operá-la. No entanto, após a transição presidencial de 2016, o Governo Federal introduziu uma nova política pública chamada Programa de Parceria de Investimentos (PPI), que revogou o Decreto nº 8.129/2013 e alterou a política de livre acesso à infraestrutura ferroviária. Essa mudança eliminou o papel da Valec como intermediária comercial, pois essa abordagem era considerada dispendiosa em termos de recursos públicos, com riscos de endividamento do Estado e desequilíbrio orçamentário. No entanto, os dispositivos da Lei n.º 10.233/2002 relacionados à autorização de OFIs e à cessão de capacidade de tráfego disponível permanecem em vigor (ANTT, 2013; NETO, 2019).

No contexto do setor ferroviário, a discussão sobre a avaliação do serviço adequado se torna significativa à medida que se examina a possibilidade de prorrogar antecipadamente os contratos de concessão firmados na década de 1990. Essa prorrogação é considerada com o objetivo de garantir investimentos no setor e aprimorar os acordos contratuais. Na política pública referente à prorrogação desses contratos, a prestação de serviços adequada realizada pelo concessionário é um dos critérios determinantes para a continuidade da prorrogação contratual (GOMES, 2019).

Em 2017, a Lei n.º 13.448, introduziu mudanças na regulação do transporte ferroviário, visando fortalecer a prorrogação de contratos de concessão. Essa lei estabelece diretrizes gerais para prorrogação e relicitação de contratos em setores como rodoviário, ferroviário e aeroportuário da administração pública federal, todos integrados ao Programa de Parceria de Investimentos (PPI). Entre os requisitos da prorrogação antecipada estão a inclusão de investimentos não previstos no contrato original, a adoção de melhores práticas regulatórias e a incorporação de novas tecnologias e serviços (BRASIL, 2017).

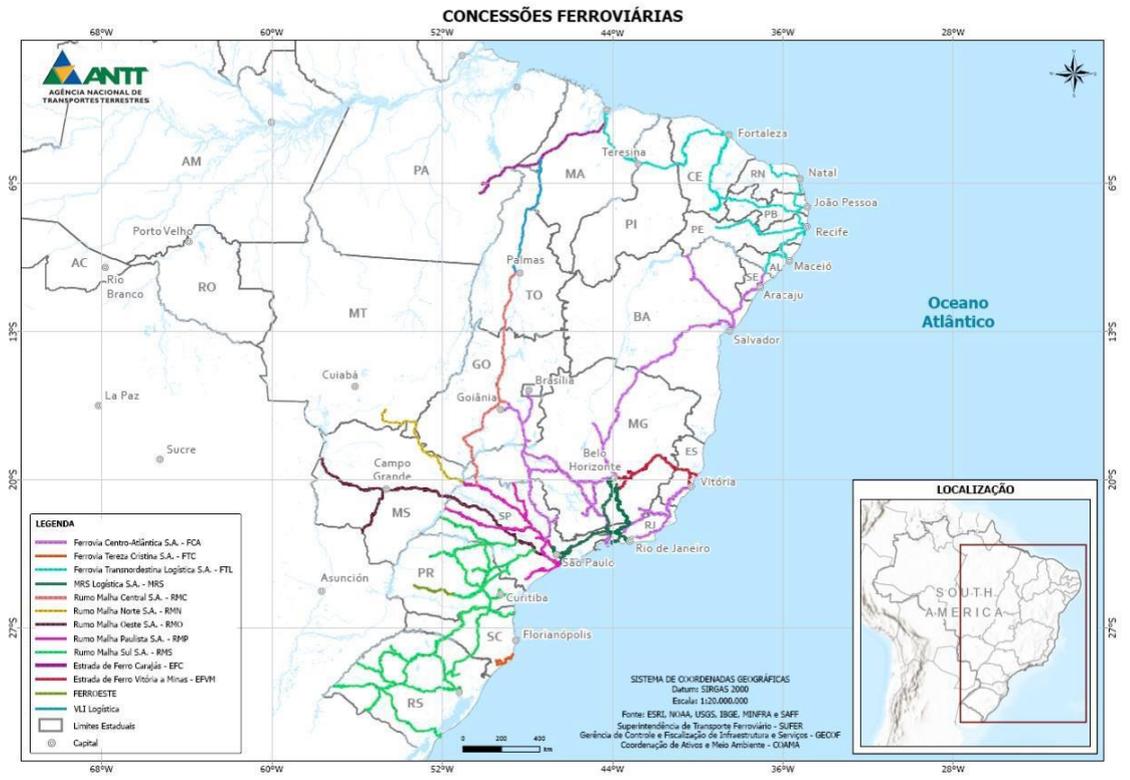
Com o propósito de incentivar a expansão do setor ferroviário, o Governo estabeleceu a Lei 14.273/2021 que ficou conhecida como Novo Marco Legal das Ferrovias e permite que ferrovias sejam construídas e operadas pelo setor privado através de autorização, simplificando o processo em comparação com concessões. Após a implementação dessa nova legislação, o governo recebeu mais de 80 pedidos de autorização para a construção de ferrovias privadas, com um investimento estimado de cerca de R\$ 240 bilhões. Se todos esses pedidos forem aprovados e executados, poderiam resultar em mais de 21 mil quilômetros (km) de novos trechos ferroviários no país (BRASIL, 2021; VIEIRA 2022).

Após novas outorgas e mudanças societárias, existem dezesseis concessões ferroviárias que incluem a Estrada de Ferro Paraná Oeste S.A., a Ferrovia Centro Atlântica S.A., a Ferrovia Norte Sul Tramo Norte (FNSTN), a Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL) Trecho 1, a VALEC S.A. FNS/FIOL, a Ferrovia Tereza Cristina S.A., a Ferrovia Transnordestina Logística (FTL) S.A., a Transnordestina Logística S.A., a MRS Logística S.A., a Ferrovia Norte Sul Tramo Central (FNSTC), a Rumo Malhas Norte, Oeste, Paulista e Sul, a VALE - Estrada de Ferro Carajás (EFC), e a VALE - Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM) (ANTT, 2023). A Figura 1 ilustra as concessionárias distribuídas ao longo do território brasileiro em 2015.

Ao examinar o setor ferroviário do ponto de vista histórico, observa-se que a classificação como serviço público está intrinsecamente ligada à sua importância econômica e

ao interesse público. Esses fatores justificam a intervenção do Estado na atividade, que se manifesta por meio da regulação (LOUREIRO, 2011).

Figura 1 - Distribuição espacial das empresas ferroviárias no Brasil



Fonte: ANTT (2023).

No contexto da regulamentação econômica, o setor ferroviário é classificado como um monopólio natural, organizado como uma indústria de rede e verticalizado por parte das concessionárias. Consequentemente, a chance de competição entre os operadores é limitada, o que destaca a regulação da prestação adequada do serviço, com o objetivo de prevenir potenciais abusos de poder econômico (GOMES, 2019).

As cargas ferroviárias predominantes são produtos de baixo ou médio valor agregado, como produtos agrícolas, minerais, combustíveis e líquidos diversos. Em 2015, o Brasil teve um superávit na balança comercial de US\$ 19 bilhões, impulsionado principalmente pela exportação de *commodities* vegetais, minerais, e produtos semimanufaturados de aço e ferro, todos com potencial de serem transportados por ferrovias. Isso reflete a histórica ênfase da economia brasileira na exploração e exportação de *commodities*, como soja e minério de ferro. Ao longo da história do Brasil, produtos como café e açúcar também se beneficiaram do

transporte ferroviário para se manterem competitivos no mercado internacional. Esses produtos são geralmente produzidos no interior do país e transportados para os portos brasileiros, muitas vezes atravessando várias unidades federativas, destacando a importância da coordenação da infraestrutura ferroviária para o benefício econômico e social de todo o país (MDIC, 2016; NETO, 2019). O Quadro 4 reporta os principais produtos transportados por cada ferrovia.

Quadro 4 - Principais produtos transportados por ferrovia

Ferrovia	Produtos transportados
Estrada de Ferro Paraná Oeste S.A.	Granéis agrícolas (soja, milho e trigo)
Ferrovia Centro-Atlântica S.A. (FCA)	Siderúrgicos, granéis agrícolas e fertilizantes
Ferrovia Norte Sul Tramo Norte (FNSTN)	Granéis agrícolas (soja e milho), celulose e combustível
FIOL Trecho 1	Em construção
Valec S.A. FNS/FIOL	Em construção
Ferrovia Tereza Cristina S.A. (FTC)	Carvão
MRS Logística S.A.	Minérios e carvão
Ferrovia Norte Sul Tramo Central (FNSTC)	Açúcar, soja, milho e fertilizantes
Rumo Malha Norte S.A.	Granéis agrícolas
Rumo Malha Oeste S.A.	Granéis agrícolas, combustíveis e celulose
Rumo Malha Paulista S.A.	Combustíveis, açúcar e contêineres
Rumo Malha Sul S.A.	Cargas containerizadas, granéis agrícolas
Estrada de Ferro Carajás (EFC)	Minério de ferro
Estrada de Ferro Vitória Minas (EFVM)	Minério de ferro
Transnordestina Logística (TLSA)	Em construção
Ferrovia Transnordestina Logística S.A. (FTL)	Combustíveis e cimento

Fonte: elaboração própria adaptado de MARCHETTI et al. (2017).

No período de 2015, as principais mercadorias transportadas nas ferrovias brasileiras foram o minério de ferro, com 245 bilhões de TKU transportados, seguido pelo milho, com 20 bilhões de TKU e pela soja, com 19 bilhões de TKU. Juntas, as principais mercadorias responderam por 93,7% do total de TKU transportadas em 2015, o que indica que, apesar da diversificação do setor, com a captação de cargas anteriormente movimentadas por outros modais, a exemplo dos contêineres, o modal ainda é majoritariamente utilizado para o escoamento de *commodities* agrícolas e minerais. As maiores produções ferroviárias (TKU) estão concentradas nas malhas da EFC, EFVM e MRS. Essa concentração se explica em parte devido à especialização dessas linhas ferroviárias no transporte de *commodities* minerais (ANTT, 2015; CNT, 2015).

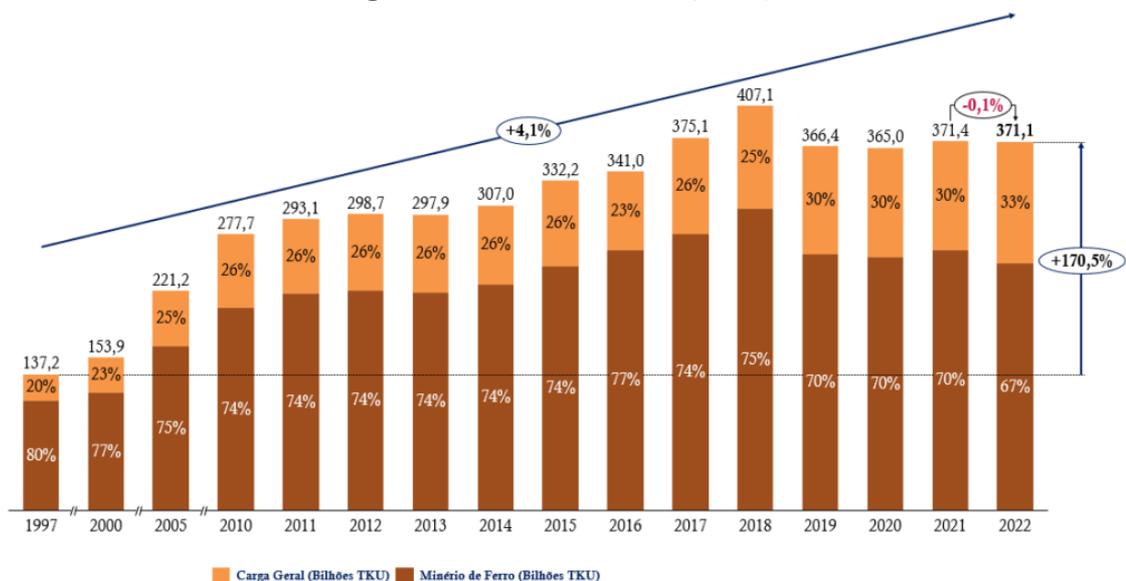
O Brasil, em comparação com países de tamanho semelhante, tem uma utilização menor do sistema ferroviário para o transporte de cargas. Países como Rússia, Canadá, Austrália, Estados Unidos e China superam o Brasil em termos de utilização de ferrovias. Por

exemplo, na Rússia, 81% das cargas são transportadas por ferrovias, enquanto no Canadá esse número é de 46%. A Austrália e os Estados Unidos seguem com 43%, e a China com 37%. No Brasil e na China, as rodovias predominam como o principal meio de transporte, representando 50% do total de transporte de cargas. Entretanto, apesar da baixa participação do transporte ferroviário no cenário geral de cargas do país, mais de 45% das *commodities* agrícolas exportadas são efetuadas por ferrovias. Em relação aos minérios, mais de 95% deles alcançam os portos por meio dos trilhos. O Brasil detém a posição de oitavo maior sistema ferroviário do mundo, com uma extensão de aproximadamente 30 mil quilômetros. (EPL, 2020).

2.2 A renovação dos contratos de concessão

Em razão de ganhos de eficiência adquiridos após mais de duas décadas das primeiras concessões, conforme observado na Figura 2, e com o os prazos dos contratos terminando, as empresas começaram os processos de renovação antecipada das concessões ferroviárias. Esse processo foi incluído no Programa de Parcerias de Investimentos (PPI) do Governo Federal em junho de 2015 tendo a ANTT como responsável para atuar na estruturação de concessões e prorrogações antecipadas relativas à exploração da infraestrutura ferroviária (EPL, 2020; ANTT, 2022).

Figura 2 - Produtividade (TKU)



Fonte: ANTF (2023).

Em relação à produção ferroviária, no ano de 2022 foi registrado um volume de transporte de 371,1 bilhões TKU, apresentando uma ligeira diminuição de 0,1% em comparação com o ano anterior, 2021. Tal volume foi impulsionado pelo aumento nas atividades de transporte de mercadorias provenientes da indústria siderúrgica, cimenteira e do setor de construção civil. No que concerne às *commodities*, destaca-se o transporte de milho, com crescimento de 182% em relação a 2021, totalizando o transporte de 44,7 bilhões de TKU em 2022. Analisando a série histórica do setor, observa-se que o transporte ferroviário tem mantido índices de crescimento consecutivos e sempre superiores ao Produto Interno Bruto (PIB), ano após ano. Desde o início das concessões ferroviárias, o crescimento acumulado em TKU alcançou 170,5%, resultando em uma taxa média anual de crescimento de 4,1% (ANTF, 2023).

Por sua vez, a movimentação ferroviária mostrou uma redução de 1,2% em 2022 em comparação a 2021, transportando cerca de 500 milhões de TU. Durante o período que engloba mais de vinte anos de concessões, as empresas associadas à ANTF demonstraram um aumento de 98% na quantidade de cargas transportadas por ferrovias em comparação com o ano de 1997, que marcou o início do sistema de concessões, registrando naquela época o transporte de 253 milhões de toneladas úteis. Isso corresponde a uma taxa média anual de crescimento de 2,76% (ANTF, 2023).

Acerca dos investimentos na malha concedida à iniciativa privada, desde o início das concessões e até o final de dezembro de 2022, o setor ferroviário já aportou um montante financeiro superior a R\$ 92 bilhões, correspondendo a mais de R\$ 156 bilhões quando ajustados pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). Esses recursos foram destinados ao aprimoramento e reabilitação da infraestrutura ferroviária, à aquisição e reforma de ativos móveis ferroviários, à incorporação de tecnologias inovadoras, ao desenvolvimento das competências profissionais e ao aperfeiçoamento das operações (ANTF, 2023).

As renovações permitirão a eliminação de trechos subutilizados ou com conflitos urbanos, além de introduzir mecanismos para evitar a não execução de contratos, promover o compartilhamento de infraestrutura ferroviária e definir novos critérios de desempenho, com aditivos alinhados ao interesse público. Indenizações poderão ser pagas por trechos eliminados e convertidas em novas linhas ferroviárias construídas pela iniciativa privada. As concessionárias também terão a opção de coordenar investimentos em suas seções conforme as necessidades de transporte de carga de cada uma delas. As etapas do processo de prorrogação dos contratos estão descritas na Figura 3 (ANTT, 2020; ANTF 2023).

Figura 3 - Etapas do processo de renovação dos contratos das ferrovias



Fonte: adaptado de ANTF (2023).

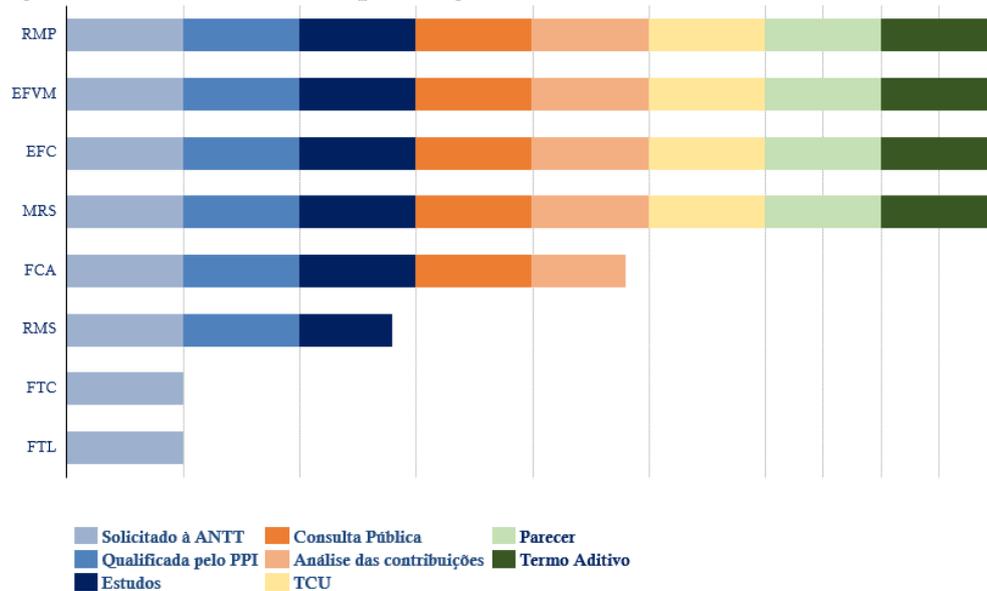
Em maio de 2020, a Rumo Malha Paulista assinou o primeiro contrato de renovação antecipada. O contrato original que venceria em 2028 estendeu sua concessão por mais 30 anos. Como contrapartida por essa prorrogação, a concessionária se comprometeu a expandir a infraestrutura ferroviária, permitindo que opere em sua capacidade máxima de transporte, aumentando a capacidade de 23 milhões para 35 milhões de toneladas (ANTT, 2020).

Em dezembro de 2020 foram renovados os contratos da Estrada de Ferro Carajás (EFC) e Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM), ambas administradas pela Vale S.A. A prorrogação que se estende por mais 30 anos a partir de 2027, tem como contrapartida a realização da construção de 383 km da Ferrovia de Integração Centro-Oeste (FICO), iniciada em 2023 e que quando estiver em atividade vai possibilitar o transporte das safras regionais para os portos de Santos, Itaquí e Ilhéus, conectando ainda o Vale do Araguaia e as ferrovias de Integração Norte-Sul e Oeste-Leste (FIOL) (ANTT, 2020).

A prorrogação antecipada do contrato da MRS Logística S.A. ocorreu em julho de 2022. A concessão com início em 1996 também foi prorrogada por mais 30 anos, até 2056. Como contrapartida, a MRS comprometeu-se em investir cerca de R\$ 16 bilhões na modernização e ampliação da malha, como a construção de um túnel na região de Botojuru e a segregação do trecho entre o centro de São Paulo e a Baixada Santista (ANTT, 2022).

Destarte, essas são as 4 concessionárias que já se encontram com o processo de renovação concluído. Com as prorrogações, a ANTT poderá ampliar o compartilhamento da infraestrutura ferroviária. Ademais, poderá introduzir parâmetros de desempenho para cada um dos seis contratos, os quais se encontram atualmente em distintas fases do processo de renovação, como mostra a Figura 4 a seguir (ANTF, 2023).

Figura 4 - Andamento das prorrogações de contrato das concessões ferroviárias



Fonte: ANTF (2023).

Com a antecipação das prorrogações das concessões qualificadas pelo Programa de Parcerias de Investimentos (PPI), foi estimado um aumento de aproximadamente 70 milhões de toneladas no volume anual de cargas transportadas, conforme observado no Quadro 5. Esse aumento contribuirá para a redução dos custos de transporte em torno de 30% e, ao mesmo tempo, para a diminuição de acidentes e emissões de gases poluentes, devido à transferência de carga das rodovias para as ferrovias. A partir das extensões contratuais, as empresas estão comprometidas a investir mais de R\$ 30 bilhões nos primeiros cinco anos após a assinatura dos termos adicionais para a renovação dos contratos de concessão ferroviária. Esses recursos serão alocados para ampliar a capacidade de transporte da infraestrutura ferroviária, reduzir conflitos urbanos e superar desafios logísticos (EPL, 2020; ANTF, 2023).

Quadro 5 – Metas das renovações concessionárias antecipadas

Empresas já renovadas	Ano da Renovação	Metas	
		Produção (bilhões) TKU	Investimento (bilhões) R\$
Rumo Malha Paulista S.A. (RMP)	2020	15,9	3
Estrada de Ferro Carajás (EFC)	2020	52,97	0.307
Estrada de Ferro Vitória Minas (EFVM)	2020	81,81	0.725
MRS Logística S.A.	2022	63,68	5.96
Empresas não renovadas			
Estrada de Ferro Paraná Oeste S.A. (EFPO)			
Ferrovia Centro-Atlântica S.A. (FCA)*			
Ferrovia Norte Sul Tramo Norte (FNSTN)			
Ferrovia Tereza Cristina S.A. (FTC)			
Rumo Malha Norte S.A. (RMN)			
Rumo Malha Oeste S.A. (RMO)			
Rumo Malha Sul S.A.* (RMS)			
Ferrovia Transnordestina Logística S.A. (FTL)			

Fonte: elaboração própria a partir de ANTT (2023)

Nota: *FCA e RMS estão qualificadas no PPI.

Os investimentos na infraestrutura ferroviária também contribuem no crescimento de outros setores da indústria ferroviária e do país. Estima-se que os investimentos provenientes das prorrogações conduzirão a um acréscimo de aproximadamente R\$ 13,5 bilhões na demanda por produtos dos setores de metal, máquinas e equipamentos, aparelhos e materiais elétricos e eletrônicos, comunicações e construção. Com a expansão da capacidade das ferrovias, resultante da prorrogação antecipada dos contratos o mais recente Plano Nacional de Logística (PNL) prevê que até 2035 o transporte ferroviário passe de 18% para cerca de 30% da matriz de transporte de cargas no Brasil (ANTF, 2023).

A Vale é a principal empresa mineradora do país, utiliza suas concessões ferroviárias, a Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM) e a Estrada de Ferro Carajás (EFC), como parte integrante de suas operações de mineração. A operação dessas concessionárias ferroviárias é fortemente marcada pela priorização da eficiência, da segurança e da sustentabilidade ambiental. A EFVM é responsável pelo transporte do minério da Vale, além de carvão e cargas agrícolas, este último realizado pela VLI. Além disso, a EFVM oferece serviços de transporte de passageiros de maneira complementar. A EFC se destaca como a ferrovia de carga mais eficiente do país, com uma velocidade média de cerca de 40 km/h, devida em grande parte ao transporte predominante de minério de ferro. A estratégia adotada pela Vale é a verticalização, que engloba a gestão de toda a cadeia produtiva e logística, desde a extração de minerais nas minas até o transporte para os portos (ASSIS et al., 2017; VALE, 2023).

Por seu turno, a MRS Logística S.A. abrange as antigas concessões das Estradas de Ferro Central do Brasil, Ferrovia do Aço e Estrada de Ferro Santos-Jundiaí. A MRS atua predominantemente na região que concentra metade do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro e também serve como ligação para os principais portos do país. A empresa tem uma ênfase inicial no transporte de minérios e carvão, mas tem expandido sua atuação no transporte de cargas gerais. A estratégia da companhia está centrada na busca por economias de escala no transporte de seu principal produto, o minério de ferro destinado à exportação. Esta estratégia reflete a concentração de acionistas da MRS no setor de mineração e siderurgia, priorizando o transporte desses produtos. Entretanto, dada a extensão da malha ferroviária da MRS pela região Sudeste, que abriga uma produção significativa de siderúrgicos, combustíveis e um aumento constante no transporte de cargas containerizadas, há uma tendência de melhoria no atendimento ao transporte de carga geral. A empresa tem implementado um programa de gestão de segurança, especialmente devido à passagem das ferrovias por áreas densamente povoadas. Além disso, a MRS busca melhorias na eficiência operacional, com a redução dos intervalos entre os trens. No entanto, essa busca por eficiência é limitada pelas características de sua malha ferroviária, que é relativamente pequena, e pela localização de seus pátios, que estão situados em áreas urbanas, onde seriam necessários investimentos adicionais para expandir e modernizar a infraestrutura (ASSIS et al., 2017; MRS, 2023).

A Rumo S.A. resulta da fusão entre a Rumo Logística e a América Latina Logística S.A. (ALL) e possui cerca de 12.000 km de ferrovias sob sua administração. A ALL foi fundada em 1997. O Grupo GP Investimentos deteve seu controle acionário até 2008, com uma gestão focada em redução de custos e geração de caixa. Durante esse período, a ALL expandiu suas operações, adquirindo concessões na Argentina, arrendando ativos rodoviários, ampliando sua base de clientes e realizando uma oferta pública de ações. A partir de 2013, a empresa enfrentou problemas operacionais que levaram a disputas com clientes devido a atrasos e serviços não entregues, incluindo contratos *take or pay* (contratos de longo prazo de carga contínua). O grupo Rumo ALL foi estabelecido em 2015, resultando na incorporação de todas as ações da holding ALL pela empresa de logística de transporte de açúcar Rumo Logística Operadora Multimodal S.A., tornando a ALL uma subsidiária integral da Rumo Logística. Em 2016, a ALL teve sua denominação alterada para Rumo S.A. Cada trecho da rede ferroviária apresenta características distintas: a Rumo Malha Oeste é predominantemente utilizada para transportar granéis agrícolas, combustíveis e celulose; a Rumo Malha Sul abrange uma região com uma ampla diversidade de clientes e produtos, incluindo cargas containerizadas (produtos industrializados e frigorificados), granéis agrícolas, combustíveis, produtos químicos, siderúrgicos e materiais

de construção civil; a Rumo Malha Paulista possui um trecho estratégico, permitindo o acesso ao Porto de Santos para as cargas provenientes da Malha Norte. Destaca-se o transporte de combustíveis, açúcar e contêineres; a Rumo Malha Norte (MN) possui trecho importante para o escoamento de grãos agrícolas da região Centro-Oeste, com conexão direta à região produtora em Rondonópolis (MT) e acesso à Malha Paulista para chegar ao Porto de Santos. Esta malha se beneficia de economias de escala devido às maiores distâncias médias de transporte (1.559 km) e contratos *take or pay*.

A Rumo é responsável pela gestão da maior extensão de malha ferroviária com diferentes características e atende a um amplo espectro de clientes em segmentos diversos. A empresa tem como foco expandir sua capacidade de operação, reduzir custos, aprimorar a eficiência operacional e aprimorar o relacionamento com seus clientes em três segmentos de atuação: agronegócio, operação de contêineres e carga geral. A Rumo conta ainda com a Operação Central, que corresponde ao tramo central da Ferrovia Norte-Sul, cuja subconcessão foi obtida pela Companhia em leilão realizado em março de 2019. Este trecho possui 1.537 km e está situada entre Porto Nacional, no estado do Tocantins e Estrela D'Oeste, no estado de São Paulo. (ASSIS et al., 2017; RUMO, 2023).

A VLI S.A. por sua vez tem sob sua gestão as concessões ferroviárias da FCA e FNS, que já foram anteriormente administradas pela Vale. Entretanto, como parte de uma decisão estratégica, a Vale optou por reter apenas as concessões relacionadas à exploração de minério de ferro, ou seja, a EFC e a EFVM. Em decorrência dessa estratégia, em 2010, foi estabelecida a *holding* VLI, destinada a administrar as operações logísticas do grupo. A VLI opera o transporte de cargas gerais nas redes da FCA e da FNS, bem como, por meio do direito de passagem, nas concessões da Vale, além das redes da Rumo e da MRS, como observado na Figura 5. É importante destacar que a FNS é administrada pela VLI apenas no trecho norte. No tramo central e sul, a empresa Rumo é a responsável.

A Ferrovia Centro-Atlântica (FCA) atende as regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, transportando principalmente produtos siderúrgicos, grãos agrícolas e fertilizantes. Por outro lado, a Ferrovia Norte-Sul (FNS), a mais recente entre todas as ferrovias, foi concedida em 2007 através de uma licitação realizada pela Valec. Na época, a Vale saiu vitoriosa na licitação e posteriormente transferiu a gestão desse trecho para a VLI. A FNS lida principalmente com grãos agrícolas, como soja e milho, além de transporte de celulose e combustíveis.

Figura 5 - Operações logísticas da VLI



Fonte: adaptado de VLI (2023).

A VLI continua mantendo sua presença no mercado de cargas gerais, destacando-se como um operador logístico que busca atender as necessidades dos clientes de forma integrada, fazendo uso de diversos modais e priorizando a eficiência operacional. Sua atuação nos terminais de captação e expedição de cargas, com ativos que geram resultados, desempenha um papel estratégico, uma vez que reduz os tempos de processamento e, conseqüentemente, o ciclo total das composições ferroviárias, resultando em melhorias nos resultados operacionais (ASSIS et al., 2017; VLI, 2023).

A Estrada de Ferro Paraná Oeste S.A., Ferroeste, tem por meio de seus trens cerca de 1,5 milhão de toneladas escoadas anualmente, principalmente grãos (soja, milho e trigo), farelos e contêineres, com destino ao Porto de Paranaguá, no Litoral do Estado. No sentido importação, a ferrovia transporta principalmente insumos agrícolas, adubo, fertilizante, cimento e combustíveis. Ela se estende por 248 km, localizando-se entre as cidades de Cascavel e Guarapuava, no estado do Paraná. A ferrovia se integra à Malha Sul da Rumo e possui uma concessão que se estende até 2027. A Ferroeste é uma empresa controlada pelo governo do estado do Paraná (FERROESTE, 2023).

Por sua vez, a Ferrovia Tereza Cristina S.A. (FTC), localizada no sul de Santa Catarina, abrange uma extensão de 164 km passando por 14 municípios e tem o transporte de carvão seu principal enfoque. Ela estabelece a conexão entre a mina de carvão em Lauro Müller

e o Complexo Termelétrico Jorge Lacerda, em Capivari de Baixo, bem como o Porto de Imbituba. A ferrovia também possui ligação com o Terminal Intermodal Sul, situado em Criciúma (SC). A concessão para operar a FTC está programada até 2026 (ASSIS et al., 2017; FTC, 2023).

A Ferrovia Transnordestina Logística, FTL S.A., é uma empresa privada controlada pelo grupo CSN que se dedica ao transporte ferroviário de mercadorias desde 1998. A concessão da FTL refere-se à Malha Nordeste e a linha ferroviária em operação abrange uma extensão de 1.237 km conectando os portos de Itaqui (São Luís/ MA), Pecém (São Gonçalo do Amarante/CE) e Mucuripe (Fortaleza/CE), fomentando a integração e a dinâmica econômica regional. A FTL tem conexão com o projeto da Ferrovia Transnordestina (TLSA).

Por seu turno, a Transnordestina Logística S.A., TLSA, em fase de implementação desde 2006, representa um projeto ferroviário com uma extensão total de 1.753 km, abrangendo 81 municípios. Sua origem é em Eliseu Martins, no Piauí, e se estende em direção aos portos do Pecém, no Ceará, e Suape, em Pernambuco. O empreendimento é financiado através de recursos de diferentes fontes, tais como a CSN, Valec, Fundo de Investimentos do Nordeste (Finor), BNDES, Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene). As principais cargas transportadas por esse projeto envolvem grãos agrícolas provenientes da região de Barreiras (oeste da Bahia), onde concorre, entre outros, com o projeto da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL), que está parcialmente implantada e faz parte do Programa de Parcerias de Investimentos (PPI). Além disso, a TLSA movimentará cargas de Balsas (MA), onde compete com a Ferrovia Norte-Sul (FNS), de Uruçuí (Piauí), assim como gipsita da região de Araripina (PE) e grãos minerais em Pernambuco (ASSIS et al., 2017; TLSA, 2023).

A Ferrovia de Integração Oeste-Leste, com aproximadamente 1527 km de extensão, ligará o futuro porto de Ilhéus, no litoral baiano a Figueirópolis, em Tocantins, ponto em que se conectará com a Ferrovia Norte Sul. Tem como objetivos estabelecer alternativas mais econômicas para os fluxos de carga de longa distância, favorecer a multimodalidade, interligar a malha ferroviária brasileira, propor nova alternativa logística para o escoamento da produção agrícola e de mineração por meio do terminal portuário de Ilhéus e incentivar investimentos, para incrementar a produção e induzir a processos produtivos modernos (INFRASA, 2023).

Já a VALEC S.A. FNS/FIOL tem sob sua gestão o trecho entre os municípios de Ilhéus e Caetité. O trecho subconcedido corresponde ao trecho inicial da FIOL, que tem a função de ligar diretamente ao escoamento da produção de minério de ferro produzido no interior baiano por meio do porto de Ilhéus. A concessão da Ferrovia de Integração Oeste-Leste foi atribuída à

Valec e este projeto ferroviário é dividido em três segmentos distintos: FIOLE 1, que se estende de Ilhéus a Caetité; FIOLE 2, que se estende de Caetité a Barreiras e está em administração pela Valec; e FIOLE 3, que se estende de Barreiras a Figueirópolis. O traçado da FIOLE 1 abrange uma extensão aproximada de 537 km e atravessa diversos municípios no estado da Bahia. Este corredor ferroviário proporcionará a capacidade de exportação de minério de ferro do sudoeste baiano para o mercado internacional, utilizando o futuro Porto Sul em Ilhéus (CNT, 2020).

3 REVISÃO DA LITERATURA APLICADA

Diversas pesquisas aplicadas versam sobre o setor de transporte ferroviário de carga em diversas economias, algumas vezes em escala global, regional ou local. Há diversos enfoques metodológicos utilizados para analisar este tipo de serviço de transporte. Em geral, as abordagens metodológicas se dividem em modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC), matrizes de insumo-produto (MIP), Análise Envoltória de Dados (DEA) e modelos econométricos e multivariados. Esta seção revisa alguns dos principais estudos aplicados entre os anos 2012 e 2022. Essas pesquisas estão ligadas direta ou indiretamente ao núcleo da dissertação, que aborda os efeitos econômicos especialmente após a reforma do setor ferroviário pelas políticas de privatização ou concessão.

Betarelli, Domingues e Hewings (2020) desenvolveram um modelo de EGC para avaliar os efeitos econômicos de uma revisão tarifária no transporte ferroviário, além de analisar suas implicações para as famílias. O modelo dinâmico foi construído em torno de três mecanismos principais. O primeiro aborda a relação entre investimento e estoque de capital, o segundo estabelece uma associação positiva entre investimento e taxa de retorno esperada, enquanto o terceiro diz respeito ao processo de ajuste no mercado de trabalho, considerando a interação entre o crescimento real dos salários e a oferta de emprego. No geral, os resultados indicaram que uma revisão tarifária no setor ferroviário teria impactos positivos na economia brasileira. No curto prazo, a política tarifária teve como efeito um aumento na atividade econômica, resultando em elevação de preços e custos internos. Já no longo prazo, a balança comercial apresentou um impacto positivo, relacionado à expansão econômica e a outros componentes da demanda final, como o consumo das famílias.

Por outro lado, utilizando também o modelo de EGC, Mostert e Van Heerden (2015) simularam os impactos de curto e longo prazo com a implementação de uma linha ferroviária na província de Limpopo, na África do Sul. A construção da linha ferroviária pretendia ligar a região de mineração da província ao porto de Richards Bay. Limpopo utiliza o carvão como um recurso estratégico necessário para alimentar as usinas termelétricas a carvão na província vizinha de Mpumalanga. Os autores confirmaram uma ligação positiva entre o desenvolvimento de infraestrutura e o crescimento econômico. A nova linha ferroviária para a província de Limpopo geraria benefícios econômicos para a região em termos de aumento do PIB, resultantes das variáveis do lado do gasto, quais sejam, consumo privado e público, investimento privado e público, e exportações. Pelos resultados da simulação, concluiu-se que

isso contribuiria para a economia provincial em termos de crescimento econômico e geração de empregos.

Nessa mesma perspectiva, em um estudo utilizando um modelo EGC, Ribeiro (2018) examinou os efeitos econômicos decorrentes de um aumento da produtividade no setor de transporte ferroviário de cargas no Brasil. A análise abrangeu tanto o curto quanto o longo prazo, usando dados do ano de 2010. Esse estudo contribuiu para o diálogo sobre os efeitos das concessões ferroviárias e proporcionou conhecimento para a elaboração de políticas públicas voltadas para esse setor. Os resultados indicaram que os ganhos de produtividade no transporte ferroviário impulsionariam o crescimento da atividade econômica, projetando um aumento no PIB de cerca de 0,007% no longo prazo e 0,006% no curto prazo. No tocante à balança comercial, o estudo observou um aumento de 0,027% nas exportações, acompanhado por uma diminuição de 0,01% nas importações. Além disso, o trabalho identificou uma tendência positiva de crescimento nos salários reais e no estoque de capital, prevendo acréscimos de 0,007% e 0,003%, respectivamente, considerando o longo prazo.

Por seu turno, Oliveira, Moraes e Junior (2020), buscaram projetar os impactos micro e macroeconômicos para o estado da Bahia associados à Ferrovia de Integração Oeste Leste (FIOL), utilizando um modelo de EGC. Reconhecendo que este impacto poderia ser transmitido por canais distintos, trabalharam com a simulação de dois cenários, de forma que ambos considerariam que a FIOL melhoraria a eficiência da malha ferroviária existente devido à sua expansão. No entanto, o cenário 1 incluiu os aspectos concorrenciais dos outros modos de transporte como um segundo canal de transmissão da FIOL, enquanto o cenário 2 contemplou o aumento do investimento na construção civil necessário para erguer a infraestrutura física da ferrovia. As simulações para o cenário 1 indicaram um acréscimo de aproximadamente 1% no emprego e nos salários reais regionais. Nesse cenário, projetou-se que a agricultura e a indústria extrativista poderiam apresentar, a longo prazo, uma expansão de produção de até 2,25% e 6,7%, respectivamente. Considerando os impactos do segundo cenário, as projeções apontaram um aumento de até 21% no emprego e um impacto positivo no PIB da Bahia, em torno de 5%, ambos no curto prazo.

Em um estudo que abordou a taxa de consumo de energia e emissões de gases de efeito estufa (GEE) no setor de transporte de carga na Tailândia, Boonpanya e Masui (2021) avaliaram os efeitos ao introduzir opções de mitigação de GEE no transporte ferroviário de carga, conforme o Plano Nacional Mestre da Tailândia. Um modelo de EGC foi construído para simular três cenários, sendo que no primeiro cenário não houve limitação das emissões totais dos gases. No segundo houve uma limitação de 20% na emissão, enquanto no terceiro foram

apresentadas opções de mitigação para os quatro setores de transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário e aéreo). O cenário que limitou a emissão dos GEE apresentou queda de 2,1% no PIB e 3,5% no consumo se comparado ao cenário livre. Além disso, a introdução de opções que possam mitigar o impacto gerou uma perda de 1,04% no PIB e 0,9% no consumo em comparação ao cenário anterior. As opções de mitigação também compensam a perda de produção por meio do aumento das atividades de produção em setores intensivos em energia de baixo carbono.

Em função da necessidade de um sistema coordenado de cálculos preditivos de demanda por transporte ferroviário de carga inter-regional na avaliação do crescimento e desenvolvimento da infraestrutura de transporte, conectividade das regiões e o desenvolvimento espacial da Rússia, Shirov et al. (2021) realizaram um estudo indicando a relevância da economia regional e as relações inter-regionais formadas a partir do sistema existente de transporte de cargas por ferrovias. Os dados do estudo são estatísticas das agências estatísticas internacionais e os dados da Russian Railways. A metodologia de pesquisa baseou-se nos métodos e modelos de EGC e os questionamentos foram resolvidos usando um modelo estático de EGC, bem como métodos de correlação e análise de regressão. Foram apresentados resultados de cálculos preditivos dos volumes de tráfego ferroviário de carga para dois cenários de desenvolvimento macroeconômico. Uma opção mais alta para o desenvolvimento da economia, prevendo uma taxa média anual de crescimento econômico de 102,2% entre 2015-2035, garante um aumento no volume de tráfego ferroviário de carga em 16,2% até 2035 em comparação com o caso base, em que foi colocada a hipótese de estagnação econômica ao nível de 1%. Os autores concluíram que este aumento é conseguido através do tráfego doméstico, em cuja estrutura a quota de carga de construção é de cerca de 30,9% do tráfego total até 2035, e do tráfego de exportação, onde o maior peso pertencerá à carga energética de cerca de 44,1% do volume total. O escopo dos resultados é um suporte analítico e preditivo para o desenvolvimento estratégico do sistema ferroviário da Federação Russa.

Já Verikios e Zhang (2015) analisaram as mudanças estruturais nas indústrias de portos e transporte ferroviário de mercadorias da Austrália durante a década de 1990, as quais foram impulsionadas por reformas microeconômicas. Eles estimaram os efeitos diretos e indiretos sobre os grupos de renda domiciliar dessas mudanças na indústria, aplicando um modelo EGC que incorpora detalhadas contas de renda e despesa domiciliar, além de comportamento de microsimulação. O modelo contém ligações tanto de cima para baixo quanto de baixo para cima. As mudanças estruturais resultam em um pequeno aumento no bem-estar domiciliar na

maioria das regiões, com um aumento geral de 0,18%. Estimou-se, ainda, que a desigualdade de renda tenha diminuído ligeiramente em 0,02%.

Por outro lado, Lee e Kim (2018) avaliaram os impactos nas economias regionais da Coreia em decorrência da implementação de uma política de tarifas de frete ferroviário. Um modelo de insumo-produto de preço multirregional simples e um modelo de análise de regressão multirregional foram empregados para realizar a análise. O trabalho foi realizado a partir de um estudo de caso de uma empresa que planejava aumentar suas tarifas de frete entre 10% e 15% para compensar déficits nos custos operacionais. A análise da política ocorreu em termos de três impactos: nas economias regionais, na escolha modal e nas emissões de CO₂. Os autores concluíram que não houve compensação entre qualidade ambiental e eficiência econômica no caso analisado. A política geraria um resultado de perda para economias regionais e para o meio ambiente na Coreia.

Com a finalidade de apresentar um caso que contribua nas decisões acerca do desenvolvimento do transporte ferroviário de carga, Meersman et al. (2022) estudaram seu impacto econômico direto e indireto na economia nacional belga. Para isso, adaptaram a metodologia de insumo-produto extraíndo o setor "ferroviário de carga" do setor de "transporte terrestre público e de carga" dentro dos cálculos nacionais da tabela I-P belga do ano de 2010, realizados pelo Escritório Federal de Planejamento com a periodicidade de cinco anos. A metodologia é desenvolvida adotando um conjunto de suposições, necessárias para superar as limitações de dados, e com a coleta de dados relevantes de clientes e fornecedores do maior operador de transporte ferroviário de carga belga, que detém uma participação de mercado de mais de 85%. O resultado da pesquisa é uma tabela insumo-produto adaptada com um setor detalhado de "transporte ferroviário de carga", destacando as diferentes relações econômicas com os setores originais da tabela insumo-produto nacional. Concluiu-se que existem fortes vínculos com outros setores de transporte. Além disso, um multiplicador de Leontief foi calculado, aproximando o efeito econômico total em termos de unidades monetárias, quando a demanda de produção no setor de transporte ferroviário de carga investigado aumenta em uma unidade monetária. O estudo revela um efeito total potencialmente alto na economia nacional.

Já Marchetti e Wanke (2017) utilizaram a DEA para avaliar a eficiência das concessionárias ferroviárias brasileiras entre 2010 e 2014, quando novas regulamentações competitivas foram introduzidas. Em uma segunda etapa, foi empregada uma regressão de *bootstrap* para testar a significância das variáveis exógenas no desempenho das concessionárias. Os dados secundários foram obtidos da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). As descobertas foram relevantes para o transporte de *commodities* em

bitolas largas, enquanto as operações de infraestrutura compartilhada não tiveram impacto significativo na eficiência. Políticas públicas direcionadas para aumentar a eficiência do setor foram apresentadas, abordando opções como o dimensionamento, reconfiguração e ajuste de insumos, reestruturação, melhores práticas de gestão e melhorias na infraestrutura.

Ferreira da Silva et al. (2020) avaliaram eficiência operacional da RUMO-ALL usando modelos DEA para o retorno de escala adequado. Fusões entre empresas são motivadas por efeitos de sinergia que podem melhorar a lucratividade. Em 2015, o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade) aprovou a fusão entre a América Latina Logística (ALL), a maior empresa de transporte ferroviário do Brasil, e a Rumo Logística (RUMO), uma operadora com impacto nacional, com restrições, formando uma nova entidade chamada RUMO-ALL. A aprovação dessa fusão sugeriu que poderia haver um aumento na eficiência operacional sem comprometer a concorrência. Testes estatísticos de quebra estrutural foram realizados para entender se existiram efeitos pós-fusão na eficiência operacional após a expansão do serviço. Os resultados indicaram que o serviço ferroviário após a fusão é eficiente, mas com uma redução marginal na produção com aumento de insumos, o que é esperado de acordo com a teoria econômica neoclássica para monopólios.

Na mesma linha de modelagem DEA, há o estudo conduzido por Silva, Macambira e Rocha (2019), que utilizaram dados do setor ferroviário de cargas no período de 2006 a 2011 com o propósito de avaliar a eficiência produtiva das ferrovias, considerando retornos constantes e variáveis de escala. No modelo foi calculada a relação entre o vetor de output (TKU) e o vetor de input (que inclui o número de trens formados, consumo de combustível, quantidade de locomotivas e vagões utilizados e o número de empregados). Os resultados apontaram que as ferrovias especializadas no transporte de minérios e produtos agrícolas demonstraram níveis mais elevados de eficiência.

Wanke e Barros (2015) investigaram os impulsionadores do potencial de aumento de produção e economia de insumos na indústria ferroviária brasileira. O principal objetivo da pesquisa foi determinar se diferentes tipos de cargas e regiões geográficas atendidas apresentaram um impacto significativo nas folgas ferroviárias, aplicando uma abordagem de minimização de atrito à distância (DFM) com fatores fixos. Com base em um modelo de painel equilibrado, foram coletados e analisados dados secundários no período de 2004 a 2012. Os resultados corroboraram evidências anedóticas sobre o impacto heterogêneo dos tipos de carga e localização geográfica no potencial de redução de insumos e aumento da produção, além do comprimento da rede e da velocidade média. Também foram abordadas implicações políticas para as autoridades ferroviárias, com foco nas especificidades de cada operadora ferroviária.

Boehm et al. (2021) desenvolveram uma pesquisa com objetivo de introduzir um conceito de transporte ferroviário de carga de alta velocidade (*High-Speed Rail Freight* - HSRF) na Europa. Foram avaliados custos, emissões e tempo com foco em mercadorias de alto valor e baixa densidade (LDHV) que atualmente são predominantemente transportadas por veículos rodoviários, mas que poderiam ser transferidas para o transporte ferroviário. Para avaliar o custo interno, o tempo de transporte e o impacto climático das cadeias de transporte multimodal e internacional de carga, um modelo de simulação multidimensional foi desenvolvido. O modelo foi estabelecido como uma ferramenta detalhada de cálculo de desempenho de curto prazo, combinada com um modelo de divisão modal agregado. O primeiro utilizou dados de entrada detalhados para determinar os atributos de desempenho e sua estrutura. O outro foi implementado como um modelo de escolha discreta (Logit) baseado na teoria da utilidade aleatória. Os autores concluíram que o transporte ferroviário de alta velocidade de carga é cerca de 70% mais caro do que o caminhão convencional, mas emite 80% menos CO₂.

Kasu (2017) examinou os impactos demográficos e socioeconômicos das ferrovias de carga usando dados ao nível dos condados nos Estados Unidos no período de 1970 a 2010. As mudanças demográficas e socioeconômicas foram medidas por onze variáveis dependentes. Seis delas demográficas (população, jovens, idosos, brancos, negros, hispânicos) e cinco socioeconômicas (ensino médio, bacharelado, pós-graduação, emprego e renda). A ferrovia foi usada como variável explicativa, e medida pela densidade de terminais de ferrovia de carga. Para a análise, o estudo utilizou análise exploratória de dados espaciais (AEDE), regressão padrão e modelos de regressão espacial. As conclusões foram acerca das ferrovias de carga apresentarem um papel distributivo e contribuírem para o processo de urbanização e suburbanização. Além disso, concluiu-se que as ferrovias de carga facilitam as mudanças demográficas e socioeconômicas e têm impactos demográficos e socioeconômicos diferenciados em nível regional.

Já Jeevan et al. (2022) investigaram o transporte ferroviário de cargas e seus métodos de melhoria, bem como a influência do transporte ferroviário de cargas na competitividade dos portos marítimos e a relação entre o transporte ferroviário de cargas e o tempo de permanência nos portos na Malásia. Para isso, realizaram uma análise fatorial exploratória (AFE) para responder às questões propostas. Um levantamento online foi implementado na forma de uma pesquisa eletrônica para administrar o procedimento de coleta de dados. Para essa pesquisa eletrônica, um procedimento de amostragem estratificada baseada em listas foi empregado para aumentar a precisão estatística. Aproximadamente quarenta operadores ferroviários da Malásia, seus clientes e operadores de transporte multimodal participaram da pesquisa online. Os

resultados indicaram que os principais desafios do sistema ferroviário malaio são o desempenho, a confiabilidade do tempo de trânsito e a utilização da capacidade. Melhorar a infraestrutura ferroviária teria um bom impacto na confiabilidade do serviço, na distribuição de cargas e na gestão operacional de um porto marítimo. Por meio da integração institucional, da expansão dos sistemas de suporte à infraestrutura e da gestão eficaz da manutenção da infraestrutura, o sistema ferroviário poderia ser aprimorado. Ao sincronizar a operação do porto, a eficiência, a gestão e a rotação de contêineres, as operações ferroviárias de cargas poderiam aprimorar o tempo de trânsito do porto. Para manter a competitividade comercial e fornecer uma rede de distribuição de cargas equilibrada, o papel do transporte ferroviário de cargas deveria ser ampliado.

Este estudo se aproxima dos trabalhos supracitados ao fazer uma análise dos impactos econômicos e regionais na utilização das ferrovias no transporte de cargas utilizando método de equilíbrio geral computável. A escolha dessa metodologia está em analisar a economia como um sistema complexo, levando em consideração múltiplos setores, agentes econômicos e interações entre eles. Dentro do contexto deste trabalho, têm-se outros na literatura que utilizaram a mesma metodologia, no entanto, ao utilizar uma matriz de insumo-produto nacional para o ano de 2015 com a desagregação do setor ferroviário de carga por concessionárias esta pesquisa se diferencia dos trabalhos citados. Nessa variante, a pesquisa inova dentro da temática e é inédita.

Quadro 6 - Síntese da revisão empírica

Autor	Objetivo	Método	Principal Resultado
Betarelli Junior, Domingues e Hewings (2020)	Avaliar os impactos econômicos de uma revisão tarifária no frete ferroviário e os efeitos sobre as famílias.	EGC	No curto prazo, o efeito da política indicou um crescimento da atividade econômica e no longo prazo, a balança comercial apresentou impacto positivo associado a uma expansão econômica e de outros componentes da demanda final.
Mostert e Van Heerden (2015)	Simular impactos de curto e longo prazo com a implementação de uma linha ferroviária em Limpopo, África do Sul.	EGC	A implementação da linha ferroviária contribuiria para a economia provincial em termos de crescimento econômico e geração de empregos.
Ribeiro (2018)	Avaliar os impactos econômicos resultantes de um aumento na produtividade no setor ferroviário de carga brasileiro.	EGC	Ganhos de produtividade do setor ferroviário promoveriam um aumento do nível de atividade econômica, consumo das famílias e nas exportações brasileiras.
Oliveira, Moraes e Porto Junior (2020)	Projetar os impactos micro e macroeconômicos associados a concessão da Ferrovia de Integração Oeste Leste (FIOL) para o estado da Bahia.	EGC	Houve uma expansão da produção voltada para o setor agrícola e indústria extrativa e uma queda nos preços de bens primários, ao passo que no cenário macro, os choques de eficiência afetaram o emprego e salário em todas as projeções.
Boonpanya e Masui (2021)	Identificar os desdobramentos do transporte ferroviário sobre as emissões de gases do efeito estufa (GEE).	EGC	A economia da Tailândia pode sofrer perdas na produção caso ocorra uma limitação na emissão dos gases do efeito estufa, mais que a introdução de opções que mitigam o impacto ajudará a compensar a perda.
Shirov et al. (2021)	Indicar a relevância da economia regional e as relações inter-regionais formadas a partir do sistemado transporte ferroviário de cargas da Rússia.	EGC	Cálculos preditivos dos volumes de tráfego ferroviário de carga prevendo uma taxa média anual de crescimento econômico de 102,2% entre 2015 e 2035.
Verikios e Zhang (2012)	Quantificar os efeitos distributivos da reforma microeconômica nas indústrias de transportes urbanos.	EGC	Pequenas reduções na desigualdade e efeitos pequenos sobre a renda real das famílias.
Lee e Kim (2018)	Avaliar os impactos nas economias regionais da Coreia em decorrência de implementação de uma política de tarifas de frete ferroviário em termos de impactos nas economias regionais, escolha modal e emissões de CO ₂ .	I-P	Não houve compensação entre qualidade ambiental e eficiência econômica no caso analisado.
Meersman (2022)	Contribuir nas decisões acerca do desenvolvimento do transporte ferroviário de carga e seu impacto econômico direto e indireto na economia belga.	I-P	Existência de fortes vínculos com outros setores de transporte.
Marchetti e Wanke (2017)	Avaliar a importância de variáveis exógenas na eficiência das concessionárias ferroviárias e verificar se a produção pode aumentar sem que a quantidade de insumos seja alterada.	DEA	O sistema ferroviário brasileiro opera com excesso de vagões em circulação e mão de obra, indicando uma ineficiência média de 61,7%.
Silva, Macambira e Rocha (2019)	Medir a eficiência produtiva das ferrovias considerando retornos constantes e variáveis de escala.	DEA	Ferrovias especializadas no transporte de minérios e produtos agrícolas apresentam um nível mais elevado de eficiência.
Wanke e Barros (2015)	Determinar se diferentes tipos de carga e regiões geográficas apresentam impactos nas folgas ferroviárias.	Painel equilibrado	Evidências de impacto heterogêneo dos tipos de carga e localização geográfica no potencial de redução de insumos e aumento na produção.
Boehm et al. (2021)	Avaliar custos, emissões e tempo do transporte ferroviário de carga de alta velocidade.	Escolha discreta	O transporte ferroviário de carga de alta velocidade é cerca de 70% mais caro do que o caminhão convencional, mas emite 80% menos CO ₂ .
Kasu (2017)	Examinar impactos demográficos e socioeconômicos das ferrovias de carga usando dados ao nível dos condados dos Estados Unidos no período de 1970 a 2010.	AEDE	As ferrovias de carga facilitam as mudanças demográficas e socioeconômicas e têm impactos demográficos e socioeconômicos diferenciados em nível regional.
Jeevan (2022)	Captar a influência do transporte ferroviário de cargas na competitividade dos portos marítimos e a relação entre transporte ferroviário de cargas e o tempo de permanência nos portos da Malásia.	AFE	Os principais desafios do sistema ferroviário malaio são o desempenho, confiabilidade do tempo de trânsito e utilização da capacidade.

Fonte: elaboração própria.

4 METODOLOGIA

Nesta seção, serão apresentadas informações sobre a estrutura da matriz insumo-produto utilizada e a caracterização de um modelo de equilíbrio geral computável (EGC), além do modelo TERM, utilizado no estudo.

O ponto de partida para a construção do modelo TERM é a matriz de insumo-produto (MIP), que é um conjunto de tabelas que descreve as interdependências na produção e no consumo entre os agentes econômicos. No entanto, uma vez que as atividades de transporte terrestre estão agregadas na matriz original, é necessário isolar o transporte ferroviário e desagregá-lo nas diferentes concessionárias (BETARELLI, 2013). A matriz resultante permite uma análise dupla das ferrovias: primeiro, como ofertantes de serviços de transporte, revelando o papel de cada ferrovia na logística de diferentes setores; segundo, ela identifica nas colunas a estrutura de custos das concessionárias, mostrando como elas demandam insumos do restante da economia.

Esse procedimento envolve a combinação de quatro conjuntos de informações com a matriz insumo-produto: o marco regulatório da ANTT, os fluxos de bens transportados, os relatórios financeiros das concessionárias e a Pesquisa Anual de Serviços (PAS). Os detalhes dessas etapas serão fornecidos ao longo desta subseção. Uma abordagem semelhante foi adotada por Proque (2019) ao desenvolver um modelo EGC para analisar políticas de transporte de passageiros. A próxima subseção introduzirá a matriz de insumo-produto usada e, em seguida, explicará os procedimentos usados para desagregar o transporte ferroviário em termos de consumo intermediário e demanda final, bem como o método RAS adotado para compatibilizar os valores.

4.1 Matriz insumo-produto

A MIP pode ser caracterizada como um conjunto de dados que fornece informações sobre as interações entre produtos, setores econômicos e consumidores finais, abrangendo tanto a perspectiva da produção quanto a do consumo. Com base nas transações econômicas registradas e com base em suposições relacionadas à tecnologia de produção, é possível calcular os coeficientes técnicos que evidenciam a interdependência entre os diversos setores da economia. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) elabora a cada cinco anos a matriz nacional a partir da Tabela de Recursos e Usos (TRU) do Sistema de Contas Nacionais

(SCN), que aponta os fluxos monetários entre produtos e setores. (IBGE, 1997; MILLER; BLAIR, 2009).

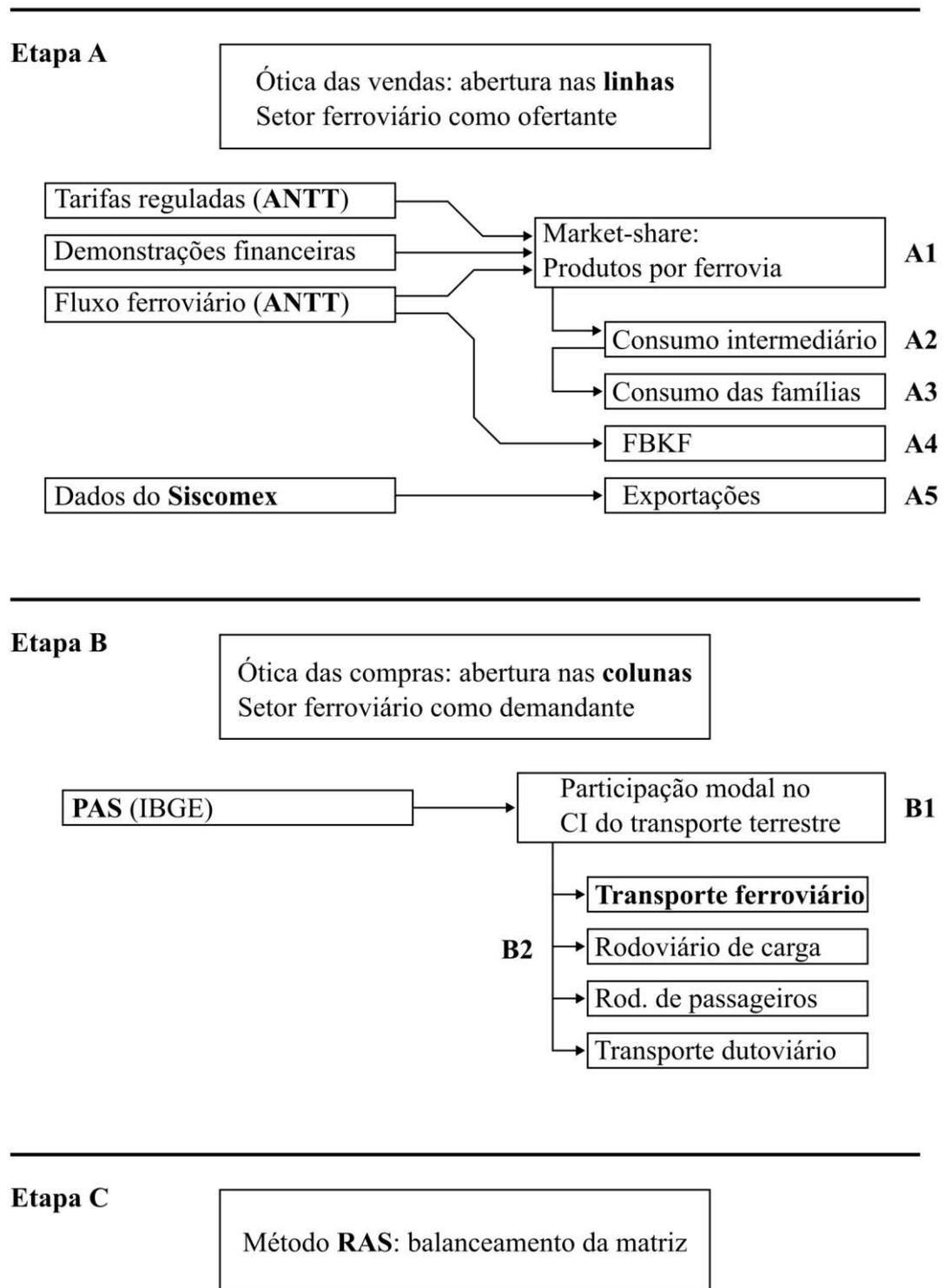
Este trabalho utiliza a MIP 2015, que é a mais recente disponível. A tabela de recursos (TR) é orientada para a oferta, indicando a origem dos produtos entre nacional e importado e, no caso dos nacionais, quanto cada setor produziu de cada produto. Já a tabela de usos (TU) é orientada para a demanda e divide-a entre consumo intermediário e demanda final sem, porém, distinguir a origem. Na TRU do SCN, os fluxos estão em preços do consumidor final, o que distorce os coeficientes técnicos, por isso, o IBGE estima os preços básicos do consumo intermediário, removendo de cada par produto-setor valores referentes aos impostos, subsídios e as margens de lucro do comércio e do transporte. Ainda que na soma as margens sejam equivalentes ao valor adicionado dos respectivos setores e os impostos equalizem com o total arrecadado, a distribuição entre produtos e setores é uma aproximação (IBGE, 2018).

A MIP do IBGE tem quatro tabelas principais, indicando os recursos (i) e usos (ii) de bens e serviços, bem como a oferta e demanda a preços básicos de produtos nacionais (iii) e importados (iv). As estimativas calculadas para os impostos sobre produtos nacionais (v) e importados (vi), as margens de comércio (vii e viii) e as margens de transporte (ix e x) relacionam os valores para os pares produto-setor do consumo intermediário e entre produto e usuário da demanda final. Esse conjunto de dados é utilizado para produzir as matrizes de impacto produto por produto e setor por setor.

A MIP 2015 originalmente conta com 67 atividades econômicas e 127 setores. A indústria dos transportes encontra-se distribuída em quatro setores: "Transporte terrestre" (4900), "Transporte aquaviário" (5000), "Transporte aéreo" (5100) e "Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio" (5280). Além disso, também está distribuída em seis serviços: "Transporte terrestre de carga" (49001), "Transporte terrestre de passageiros" (49002), "Transporte aquaviário" (50001), "Transporte aéreo" (51001), "Armazenamento e serviços auxiliares aos transportes" (52801) e "Correio e outros serviços de entrega" (52802).

Para aplicação no modelo BIM-T, Betarelli Junior et al. (2019) desagregaram os serviços 49001, 49002 e 52801, resultando em uma matriz com 136 *commodities* e 67 setores: em especial, o serviço 49001 foi desdobrado nos transportes ferroviário de carga, rodoviário de carga e dutoviário. Essa matriz é a base para o presente trabalho, que realiza ainda duas desagregações: a separação do serviço de transporte ferroviário de carga para as 12 concessionárias operantes em 2015 e a desagregação do setor 4900 por ferrovia e nos setores rodoviário de cargas e dutoviário. A Figura 6 reporta o procedimento de desagregação realizado.

Figura 6 - Procedimento de desagregação do transporte ferroviário de cargas



Fonte: adaptado da autora.

Assim como em Betarelli Junior et al. (2019), o procedimento para abertura nas linhas da tabela envolve a combinação do fluxo físico de mercadorias transportadas por par origem-destino (OD) com uma simulação da estrutura tarifária praticada pelas concessionárias. O primeiro conjunto de dados foi obtida junto à Gerência de Regulação e Outorga de

Infraestrutura e Serviços de Transporte Ferroviário de Cargas (GEROF) da Superintendência de Infraestrutura e Serviços de Transporte de Cargas (SUFER), para o ano de 2015. Já a estrutura tarifária precisou ser simulada, pois as concessionárias não declaram a receita por produto transportado em seus relatórios financeiros submetidos à ANTT. Uma alternativa seria estimar a receita tarifária a partir das tarifas homologadas pela agência reguladora, as quais são separadas entre uma parte fixa e uma parte variável, por TKU, no entanto, estas representam o teto e não o valor de equilíbrio observado. Betarelli et al. (2019) contornaram esse problema simulando as tarifas de forma proporcional: primeiro, estima-se qual seria a receita máxima por produto e TKU, a partir do fluxo físico observado. A estrutura proporcional da receita fictícia é, então, usada para alocar a receita real de cada concessionária, obtida das demonstrações financeiras de cada uma. Tanto as tarifas quanto as demonstrações financeiras encontram-se disponíveis no portal de ferrovias da agência reguladora (ANTT, 2023).

Na compatibilização das mercadorias do fluxo ferroviário da GEROF com os produtos do Sistema de Contas Nacionais (SCN) adotado pela MIP ao nível 127, há uma limitação referente aos bens transportados por contêiner: os fluxos são reportados apenas como “Contêiner Cheio de 20 Pés” ou “Contêiner Cheio de 40 Pés”, sem discriminação do conteúdo. No entanto, em razão desses perfis de carga efetuarem transbordo em portos, é possível aproximar o seu conteúdo a partir do Anuário Estatístico da Agência Nacional de Transportes Aquáticos (ANTAQ), do qual se extrai a participação relativa de cada produto nos transportes containerizados. Como em Betarelli et al. (2019), assume-se que a proporção é a mesma entre portos e ferrovias. Por fim, os contêineres vazios foram desconsiderados.

A matriz compatibilizada lista os valores monetários das 136 *commodities* da MIP transportados por cada ferrovia no ano de 2015, a matriz $\mathbf{C}_{136 \times 12}$. Para chegar na configuração ferrovia por setor, primeiro é necessário obter a matriz da participação dos produtos no consumo intermediário de cada setor, $\mathbf{S}_{(136 \times 67)}$ e pré multiplicá-la pela transposta de \mathbf{C} ,

$$\mathbf{R}_{(12 \times 67)} = \mathbf{C}'\mathbf{S} \quad (1)$$

Cabe destacar que a matriz \mathbf{R} ainda não representa o consumo intermediário dos setores relativo ao transporte ferroviário, por dois motivos: primeiro, os valores monetários partem da estimativa realizada a partir das demonstrações financeiras das concessionárias; segundo, o consumo intermediário da tabela (iii) da MIP está a preços básicos. Para chegar ao valor final, transforma-se \mathbf{R} em uma matriz relativa, tal que represente o *market-share* de cada ferrovia no transporte de cada uma das 67 atividades. Essa estrutura proporcional é então

aplicada ao vetor-linha correspondente ao transporte ferroviário da matriz de Betarelli et al. (2019) para distribuir o valor agregado por concessionária, resultando assim em uma matriz de consumo intermediário de 147 *commodities* e 67 setores. Com as margens das 12 ferrovias de carga brasileiras desagregadas, aumenta-se o detalhamento da relação entre as ferrovias e o sistema produtivo brasileiro, abrindo novos horizontes de análise. As 12 ferrovias de carga brasileiras são: EFC, EFPO, EFVM, FCA, FNSTN, FTC, FTL, MRS, RMN, RMO, RMP e RMS.

As operadoras MRS e RMS foram as mais demandadas para o transporte de carga geral, enquanto FCA, RMN e RMS efetuaram a maior parte do transporte de contêineres cheios. Há uma grande diversidade de produtos nesses perfis de carga. Os três mais expressivos são: “Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço” (21%), “Celulose” (11%) e “Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos” (7%).

Acerca do consumo intermediário a preço de mercado dos 53 setores produtivos para a abertura do setor de transporte terrestre ferroviário em 12 empresas, destacam-se os setores “Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura” (S27), “Outros produtos alimentares” (S10), “Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamento e a aglomeração” (S6) e “Extração de minerais metálicos não ferrosos, inclusive beneficiamento” (S7) sendo os principais demandantes das empresas ferroviárias. Ao realizar uma análise exploratória dos dados, é possível observar que 32% do consumo intermediário do setor S27 é gasto com transporte ferroviário. Dentre as empresas ferroviárias que ofertam para esse setor, destacam-se FCA, EFVM e MRS com 5%, 25% e 36%, respectivamente. O segundo setor que mais demanda das empresas ferroviárias é o S10. Outros produtos alimentares são aqueles considerados como insumos intermediários utilizados pela indústria alimentícia e por outros setores que utilizam esses alimentos como parte de seus processos produtivos. Neste caso, tem-se 27% do consumo intermediário do setor sendo gasto com transporte ferroviário, com destaque para a FCA com 19%. Em terceiro lugar, o S6 se destaca com 16% do seu consumo intermediário demandando as ferrovias, sendo distribuídos em 1% para FCA, 26% para a MRS e 27% para a EFVM. Em seguida, o setor de “Extração de minerais metálicos não ferrosos, inclusive beneficiamento” (S7), apresenta 4% do seu consumo intermediário demandando as ferrovias com destaque para EFVM, MRS e FCA com 3%, 16% e 43%, respectivamente.

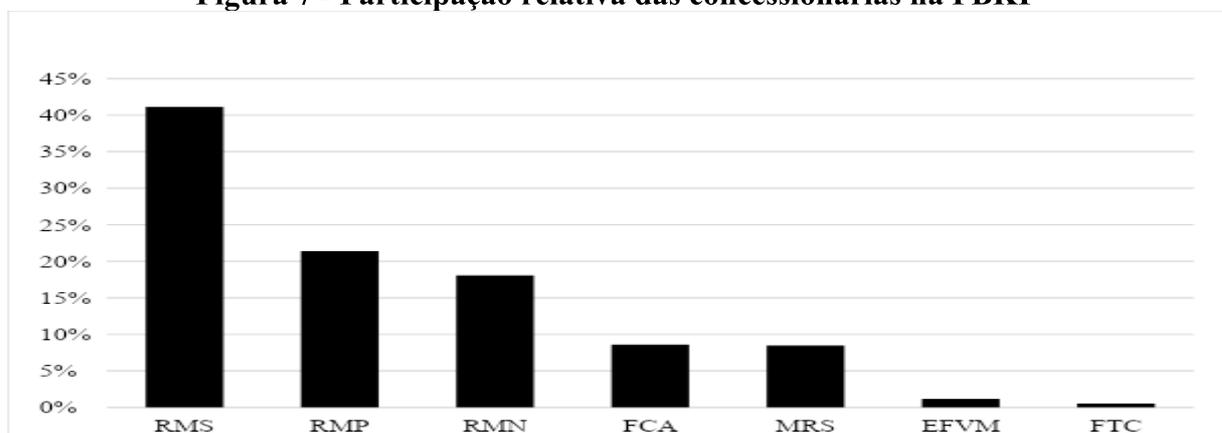
Entre os componentes da demanda final das empresas ferroviárias de carga, a abertura ocorre nas exportações, no consumo das famílias e na formação bruta de capital fixo (FBKF). Os demais componentes (consumo do governo, instituições sem fins de lucro a serviços das famílias –ISFLSF- e variações de estoque) não foram desagregados, por não apresentarem

transações com o setor ferroviário, assim como em demais trabalhos com procedimento similar (BETARELLI JUNIOR et al., 2019; PROQUE, 2019).

Os relatórios financeiros das concessionárias não distinguem as atividades prestadas ao consumo intermediário e aos demandantes finais e nem tampouco as informações oficiais de fluxo de cargas permitem a direta de componentes da demanda final, exigindo aproximações para a abertura das linhas em relação ao consumo das famílias e à formação bruta de capital fixo. Para o primeiro, o *market-share* de cada ferrovia foi estimado a partir da participação de cada uma no consumo intermediário agregado. Cabe ressaltar que o consumo das famílias é responsável por menos de 0,2% da demanda total do setor, de forma que a ausência de detalhamento para o componente não compromete o trabalho.

Quanto à participação do serviço de transporte ferroviário na formação bruta de capital fixo, o valor registrado na coluna da FBKF diz respeito à *commodities* que, no processo de integrarem a formação bruta de capital fixo, foram transportados por ferrovias. Sendo assim, o procedimento da etapa A4 envolve estimar a participação relativa de cada ferrovia na FBKF e então aplicar essa estrutura ao valor agregado. Para tanto, o primeiro passo é calcular para cada produto a proporção da FBKF em relação à sua demanda total. Esse vetor é então multiplicado pela matriz $C_{136 \times 12}$, resultando no total aproximado para a participação da FBKF na receita das ferrovias. Essa participação relativa é aplicada ao valor agregado do serviço de transporte ferroviário para obter os valores por ferrovia. Os números estimados mostram que as malhas Sul, Paulista e Norte da empresa Rumo respondem juntas por 81% do serviço na FBKF; em contraste, as concessionárias EFC, EFPO, FNSTN, FTL e RMO não participaram como transportadoras para a formação bruta de capital fixo. A Figura 7 reporta à participação relativa das concessionárias na FBKF.

Figura 7 - Participação relativa das concessionárias na FBKF



Fonte: adaptado da autora.

Por fim, em relação às exportações (etapa A5), de acordo com o portal Siscomex apenas a Rumo Malha Sul (RMS) realizou serviços para exportação, de forma que o agregado de 77 milhões de vendas do serviço de transporte ferroviário de carga para exportação são atribuídas à empresa. A RMS é também a única ferrovia brasileira em atividade com conexão a um terminal estrangeiro, na fronteira com o Uruguai, haja vista que o ramal de Ponta Porã da Rumo Malha Oeste está desativado.

Pela ótica dos custos na matriz de consumo intermediário, as colunas da matriz de oferta e demanda da produção nacional indicam os insumos demandados por uma atividade econômica no seu processo produtivo. Assim, para melhor compreender o impacto na economia de uma expansão da demanda no setor ferroviário, é necessário desagregar o setor de transporte terrestre: caso contrário, o estudo poderia superestimar um aumento de demanda nos produtos ligados aos transportes rodoviário e dutoviário e subestimá-lo para aqueles de maior importância relativa ao ferroviário. Essa desagregação foi estimada a partir da Pesquisa Anual de Serviços (PAS) do IBGE, a qual detalha o consumo intermediário de atividades econômicas para diferentes categorias de produtos.

A Pesquisa Anual de Serviços (PAS) é realizada com o objetivo de descrever as características básicas do setor de serviços não financeiros no Brasil e suas transformações ao longo do tempo. Diferente de outras pesquisas anuais por empresas, como a Pesquisa Industrial Anual (PIA), a Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) e a Pesquisa Anual de Comércio (PAC), a PAS abrange um conjunto diversificado de atividades econômicas conhecido como setor produtor de serviços, correspondendo a várias seções da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0). O Cadastro Central de Empresas (CEMPRE), constantemente atualizado, é utilizado como referência para o universo das empresas nessa pesquisa. A Pesquisa coleta dados sobre a economia e finanças que fornecem suporte ao Sistema de Contas Nacionais, auxiliando no cálculo do valor da produção, do consumo intermediário e da composição do valor adicionado. Além disso, a PAS também contribui para estimativas do excedente operacional, da formação de capital e do número de pessoas empregadas. A partir da Matriz de Insumo-Produto de 2010, foi implementado um método diferente para ajustar o valor dos serviços de transporte e seguro nos produtos importados, que antes era registrado nas importações das TRU como ajuste CIF-FOB. (IBGE, 2015). Os dados da PAS foram coletados em R (R CORE TEAM, 2023) por meio do pacote “sidrar” (SIQUEIRA, 2022).

O primeiro passo desse procedimento (Etapa B1) é compatibilizar os produtos da MIP, listados na classificação do SCN, com as informações da PAS. Essa etapa, porém, revela um desafio: se por um lado a PAS fornece elevado detalhamento da estrutura de custo por pela atividade demandante, por outro lado as atividades demandadas são listadas de acordo com uma classificação geral, semelhante à estrutura de uma demonstração de resultados (DRE). Assim, há rubricas de despesa na PAS que entram em mais de uma classificação na MIP e vice-versa, impossibilitando a identificação exata da estrutura de custo. Como destaca o IBGE, apesar de assumir-se a hipótese de homogeneidade (cada produto é fornecido por apenas uma atividade), “a produção em uma atividade de produtos típicos de outra atividade, definida como produção secundária, não admite a suposição de que os produtos consumidos tenham imediatamente identificada a atividade que os produziu” (IBGE, 2018, p. 17).

Nesse sentido, a estratégia adotada foi a de utilizar a Tabela 2649 da PAS, uma versão resumida da estrutura financeira, no lugar das tabelas 2653, 2655 e 2656, que fornecem informações mais detalhadas por rubrica, pois o maior detalhamento não resultaria em uma melhor identificação da estrutura de custos.

Em relação à Etapa B2, observou-se que na tabela de consumo intermediário da MIP 2015, o setor “Transporte terrestre” demandou insumos de 76 *commodities* diferentes, para as quais foi possível estabelecer uma relação 1:1 com as categorias de consumo intermediário. Em relação à divisão modal, a tabela agrega o transporte ferroviário de carga com o de passageiros, incluindo o metroferroviário. No entanto, este procedimento ainda é superior à alternativa de não se desagregar o transporte terrestre por permitir identificar as diferenças entre a estrutura de custos do setor ferroviário e a dos setores rodoviário e dutoviário. Assim, a participação relativa dos modais no consumo intermediário foi estimada conforme a Tabela 1e aplicada ao vetor-coluna da atividade 4900, resultando em uma matriz de consumo intermediário de dimensão 147×60 .

No modelo insumo-produto, a matriz de consumo intermediário na sua forma quadrada (produto-produto ou setor-setor, esta última preferível) requer, por definição, que a soma da produção de um setor seja equivalente nas linhas e nas colunas (MILLER; BLAIR, 2009). No entanto, em trabalhos de desagregação de colunas como o aqui realizado, é comum que a matriz fique desbalanceada: isso é corrigido adotando o método RAS para balancear a matriz (BETARELLI JUNIOR et al., 2019; LAHR; DE MESNARD, 2004; PRATT, 2012; PROQUE, 2019).

Tabela 1 - Divisão modal do consumo intermediário

Categoria de consumo intermediário	Ferroviário e metroviário	Rodoviário de passageiros	Rodoviário de cargas	Dutoviário	Total
Mercadorias, materiais de consumo e de reposição	1%	24%	74%	1%	100%
Combustíveis e lubrificantes	5%	32%	63%	0%	100%
Serviços prestados por terceiros	9%	10%	77%	5%	100%
Aluguéis de imóveis, veículos, máquinas e equipamentos	9%	28%	61%	2%	100%
Prêmios de seguros	3%	16%	79%	2%	100%
Serviços de comunicação	4%	18%	77%	1%	100%
Energia elétrica, gás, água e esgoto	36%	15%	33%	16%	100%
Outros custos e despesas operacionais	13%	17%	65%	5%	100%

Fonte: elaborado com base na PAS (IBGE, 2017) e na MIP (IBGE, 2018).

O método RAS (*Raking and Scaling*) é um algoritmo de ajuste biproporcional para preenchimento de lacunas (LAHR; DE MESNARD, 2004). Dado o conjunto de vetores iniciais da MIP e dois vetores-objetivo (para a soma nas linhas e a soma nas colunas), o algoritmo ajusta os valores nas linhas e nas colunas proporcionalmente, em uma série de iterações, até atingir consistência. Há abordagens alternativas ao método RAS, como as cadeias de Markov por simulação Monte Carlo (MCMC) e otimização por entropia; no entanto, o RAS permanece altamente popular e de resolução simples em uma matriz como a aqui analisada, de dimensões 70×70 .

Neste trabalho, o RAS foi implementado por meio do *software* Gempack (HORRIDGE et al., 2019). Seja A_{ij} a matriz original de dimensões $r \times c$ e os vetores-objetivo R_i para as linhas e c_j para as colunas, o algoritmo encontra uma matriz B_{ij} equivalente tal que

$$\sum_j B_{ij} = R_i, i = 1, \dots, r \quad \text{e} \quad (2)$$

$$\sum_i B_{ij} = c_j, j = 1, \dots, c. \quad (3)$$

Assim,

$$B_{ij} = rm_i \cdot rm_j \cdot A_{ij}, \quad (4)$$

em que rm_i e rm_j são os vetores com os multiplicadores das linhas e das colunas para se atingir a matriz B_{ij} . O algoritmo começa definindo os multiplicadores como vetores unitários

e aplica ajustes sucessivos nas linhas e colunas em valores proporcionalmente pequenos, até que o resultado convirja.

4.2 Modelo de Equilíbrio Geral Computável

Os modelos EGC são usados em diversas regiões econômicas com o propósito de fornecer entendimento acerca de implicações das políticas e de outros choques no comércio, impostos, despesas governamentais, previdência social, dinâmica demográfica, imigração, tecnologia, mercado de trabalho, sustentabilidade ambiental, gestão de recursos, infraestrutura e orçamento de projetos (DIXON; JORGENSON, 2013).

Por definição, modelos EGC são um conjunto de equações simultâneas não lineares que representam a economia como um sistema de mercados interdependentes, incorporando conhecimentos econômicos, teóricos e empíricos. Eles capturam detalhes microeconômicos, incluindo o comportamento de empresas, famílias e outras instituições na economia. Esses modelos se baseiam na especificação dos comportamentos dos agentes econômicos que seguem princípios walrasianos, com famílias maximizando a utilidade e empresas minimizando custos ou maximizando lucros. Todas as equações do modelo são resolvidas simultaneamente para alcançar um equilíbrio abrangente na economia, no qual, a determinados níveis de preços, a oferta e a demanda coincidem em todos os mercados. (BETARELLI, 2017; BURFISHER, 2016; ALMEIDA, 2003; PEROBELLI, 2004).

Esses modelos simulam os efeitos de políticas econômicas, em especial no âmbito do comércio internacional, distribuição de renda, choques externos, medidas tributárias e fiscais, bem como a formulação de estratégias de desenvolvimento. Dessa forma, o modelo pode ser entendido como uma representação numérica das condições de equilíbrio de uma economia, com o propósito de aplicar a teoria formal do equilíbrio geral walrasiano às circunstâncias da economia real (DIXON; JORGENSON, 2013).

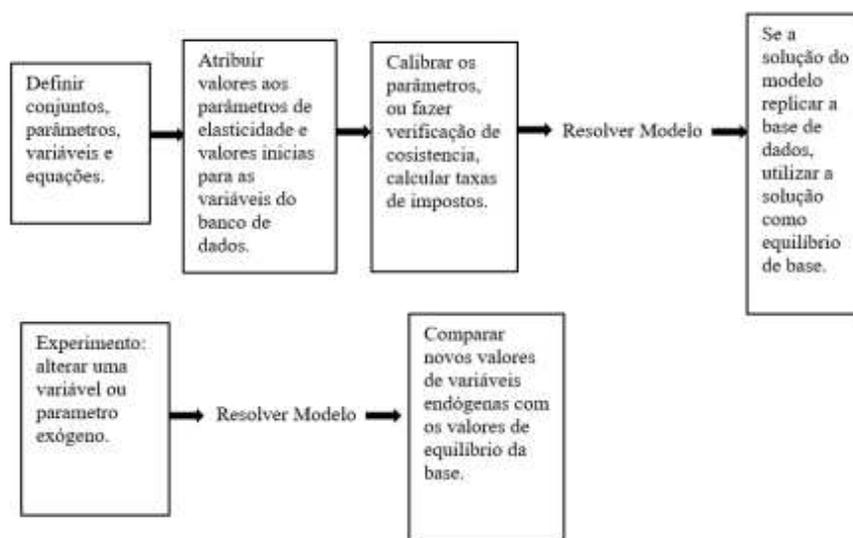
O desenvolvimento de modelos de EGC tem sido influenciado pelo enfoque empírico da Escola Norueguesa/Australiana. Essa tradição está estabelecida no Brasil, uma vez que modelos como PAPA (GUILHOTO, 1995), TERM-BR (FERREIRA FILHO, 1997), B-MARIA (HADDAD, 1999) e suas extensões, EFES (HADDAD; DOMINGUES, 2001), SPARTA (DOMINGUES, 2002) e BRIDGE (DOMINGUES et al., 2010), tiveram sua origem em modelos desenvolvidos para a economia australiana. Todos esses modelos aderem às premissas do sistema de equilíbrio geral walrasiano de Arrow-Debreu (1954). O cerne da estrutura do modelo EGC consiste em blocos de equações que estabelecem as relações entre

oferta e demanda, derivadas de pressupostos de otimização, bem como as condições de equilíbrio de mercado. Adicionalmente, esse bloco define diversos agregados nacionais, como o nível de emprego agregado, o saldo comercial e índices de preços. (SANTOS, 2010; BETARELLI, 2017).

Dentro do modelo ECG, é possível modificar uma ou várias variáveis exógenas e, em seguida, recalculá-lo para as variáveis endógenas. Essa abordagem permite observar como as mudanças nas variáveis exógenas, ou os "choques econômicos", afetam o equilíbrio do mercado, possibilitando tirar conclusões relevantes para o estudo em questão (BURFISHER, 2016). A Figura 8 ilustra a estrutura do modelo de equilíbrio geral computável.

Além disso, é possível categorizar os modelos ECG em duas classes: estáticos e dinâmicos. Os modelos estáticos são empregados para analisar políticas ou fenômenos econômicos em momentos específicos no tempo, sem considerar sua evolução ao longo do tempo. Em contrapartida, os modelos dinâmicos incorporam equações que descrevem como a economia se desenvolve ao longo do tempo. (FERREIRA FILHO, 2010).

Figura 8 - Estrutura do modelo EGC



Fonte: adaptado de Burfisher (2016).

4.3 Estrutura básica do modelo TERM

As primeiras versões dos modelos EGC australianos eram estáticas, o que limitava suas análises a estático-comparativas. Posteriormente, surgiram versões dinâmicas tanto do tipo *top-down* quanto do tipo *bottom-up* para esses modelos. As versões dinâmicas incorporam

equações que modelam o investimento e a acumulação de capital, tornando-as mais adequadas para análises ao longo do tempo sobre o impacto de políticas públicas, choques externos e para a previsão de variáveis econômicas. Além disso, o mercado de trabalho apresenta certa inércia no ajustamento dos salários e do emprego. Modelagens mais simplificadas desse tipo adotam o princípio da dinâmica recursiva, resolvendo sequencialmente um modelo estático por um número específico de vezes, representando o período desejado (BETARELLI, 2013; PROQUE, 2019; SANTOS, 2005).

Inicialmente introduzidos por Johansen (1960) para a economia norueguesa, os modelos EGC inter-regionais derivam de duas abordagens principais: *top-down* e *bottom-up*. A abordagem *top-down* envolve a modelagem da economia em um nível mais agregado, geralmente considerando um país como um todo. Os resultados obtidos podem, então, ser distribuídos de maneira mais detalhada por regiões. No entanto, essa abordagem não permite simulações a partir dos níveis regionais. Por outro lado, a abordagem *bottom-up* modela o comportamento dos agentes em nível regional, através de um sistema interdependente, obtendo resultados em nível regional e nacional. Nesse caso, os resultados nacionais são uma agregação dos resultados regionais. Ademais, a estrutura *bottom-up* possibilita a inserção de choques diretamente nas regiões. Outra característica do modelo é a capacidade para lidar margens de transporte e comercialização diferenciadas em regiões. Essa particularidade possibilita a especificação detalhada de políticas, como aquelas voltadas para o aprimoramento da infraestrutura de transportes. (FACHINELLO, 2008).

O modelo TERM é uma evolução dos modelos anteriores, originalmente construídos a partir de uma versão regionalizada do modelo ORANI (HORRIDGE, 2006). Essa evolução permite uma análise mais refinada dos impactos em regiões específicas, resultando em conclusões mais detalhadas. A experiência indica que os resultados provenientes de modelos que adotam a abordagem *bottom-up* são preferíveis a aqueles derivados de modelos *top-down*. Isso ocorre porque os modelos *bottom-up* conseguem refletir com maior precisão as relações de interdependência espacial. Seguindo a tradição de modelagem de equilíbrio geral australiana, as equações do TERM são representadas em sua forma linear e os resultados são apresentados em termos de taxa de crescimento (HORRIDGE, 2006; MORAES, 2010).

Classificado como *bottom-up*, o modelo TERM foi especialmente desenvolvido para lidar com dados regionais altamente desagregados. Uma de suas vantagens é a velocidade com que pode gerar soluções para simulações em comparação com outros modelos disponíveis. Enquanto outros modelos *bottom-up* tinham limitações em relação ao número de regiões e setores produtivos, com um limite de 300, o TERM amplia essa capacidade para 2500. A

Nessa representação, os retângulos correspondem às matrizes de fluxos. As matrizes principais, que apresentam os dados de entrada, estão em negrito. As demais matrizes são derivadas das matrizes principais e de fluxo. As dimensões das matrizes são indicadas por índices (c, s, i, m, etc), correspondendo aos conjuntos descritos. Os conjuntos DST, ORG e PRD permanecem os mesmos, apenas sendo denominados de acordo com o contexto em que são utilizados. As matrizes fornecem os valores dos fluxos de três formas: i) Preço básico = preços da produção (para bens produzidos domesticamente), ou preços CIF (para importados); ii) Preço de entrega = preço básico + margens; iii) Preço de compra = preço básico + margens + impostos = preço de entrega + impostos. As matrizes no lado esquerdo apresentam semelhanças, para cada região, com uma matriz convencional de insumo-produto. Por exemplo, a matriz USE indica o preço de entrega da demanda por cada produto (c em COM), seja ele de origem doméstica ou importada (s em SRC), em cada região de destino (DST), para cada usuário (USER, que engloba as "indústrias ou setores", IND; e os quatro demandantes finais - famílias, investimento, governo e exportações). Destaca-se que as variações nos estoques são consideradas como um destino para a indústria doméstica (são de dimensão IND) (HORRIDGE, 2006).

Os valores presentes da matriz USE correspondem aos preços de entrega, incluindo o valor de margens de transporte ou comercialização utilizadas para entregar o produto ao usuário. A matriz USE não fornece informações sobre a origem dos produtos, sendo esse aspecto contemplado pela matriz TRADE. Por sua vez, a matriz TAX indica as receitas de impostos por produto e possui a mesma dimensão da matriz USE. Juntamente com as matrizes de custos de fatores primários e impostos sobre a produção, essas matrizes adicionam os custos de produção (ou valor do produto) de cada setor regional. Dessa forma, a matriz MAKE representa o valor da produção de cada produto por setor econômico (IND) em cada região. Um subtotal dessa matriz, denominado MAKE_I, reflete a produção total de cada produto (c em COM) em cada região d.

Na parte direita da representação, é apresentado o mecanismo que determina a origem regional dos fluxos no modelo para atender às demandas dos usuários. A matriz TRADE (c, s, r, d) representa esse mecanismo, exibindo o valor, a preços básicos, do comércio inter-regional entre cada origem (r) e cada destino (d) para cada bem (c) produzido localmente ou importado (s). A diagonal principal dessa matriz (onde r = d) reflete o uso local de *commodities* produzidas na região. Para bens importados, o subscrito indicador da origem regional (r) indica a região do porto de entrada. A matriz IMPORT (c, r) representa a soma sobre d da parte importada (s =

"imp") da matriz TRADE, exibindo o valor total, a preços básicos, dos produtos importados em cada região de entrada no país.

A matriz TRADMAR (c, s, m, r, d) mostra, para cada elemento da matriz TRADE, o valor da margem (m) necessário para facilitar os fluxos. Somando TRADE à TRADMAR sobre m TRADMAR_M (c, s, r, d), obtém-se a matriz DELIVRD (c, s, r, d), na parte superior direita da figura, o preço de entrega (básico + margens) de todos os fluxos de produtos intra e interregionais. A matriz TRADMAR não fornece informações sobre a região onde uma margem específica é produzida; o subscrito r nesta matriz refere-se à origem regional do fluxo da *commodity* (c), não à região de produção da margem.

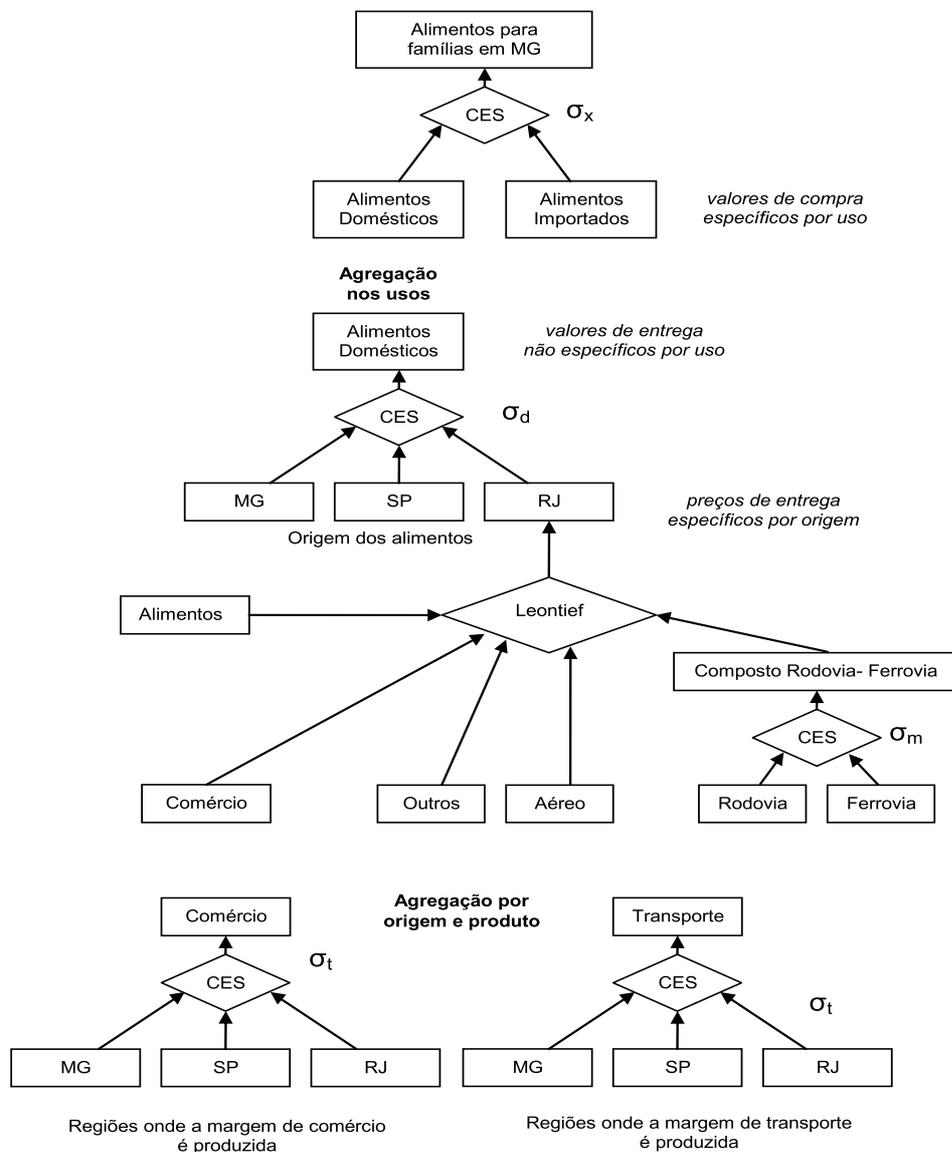
A informação referente ao local de produção das margens é encontrada na matriz SUPPMAR (m, r, d, p), onde o subscrito p está associado a essa informação. A ausência dos subscritos c e s na matriz SUPPMAR pressupõe-se que todas as margens necessárias para transferir qualquer mercadoria da região r para a região d são produzidas em proporções iguais em cada uma das regiões p. Ao somar SUPPMAR sobre o subscrito p, resulta na matriz SUPPMAR_P (m, r, d), a qual deve ser idêntica à matriz TRADMAR_CS (m, r, d), obtida pela soma de TRADMAR sobre c e s. SUPPMAR_P é uma agregação CES de SUPPMAR, indicando que as margens para um determinado produto em uma rota específica são oferecidas com base no preço dessas margens nas várias regiões onde são produzidas (p).

Para garantir o equilíbrio na base de dados, a soma de USE, USE_U (com dimensões c em COM, s em SRC, e d em DST) é equivalente à soma da matriz DELIVRD, DELIVRD_R. Isso implica na conexão entre a oferta e a demanda por produtos produzidos domesticamente. Essa conexão é estabelecida por setas que conectam a matriz MAKE_I com as matrizes TRADE e SUPPMAR. No caso dos produtos que não são margens, a parcela doméstica da matriz TRADE deve somar (sobre d em DST) ao elemento correspondente na matriz MAKE_I, que representa a oferta de *commodities*. Para produtos que são margens, é necessário considerar tanto os requisitos de margens SUPPMAR_RD quanto a demanda direta TRADE_D. Por fim, a matriz INVEST (com dimensões c em COM, i em IND e d em DST) distribui o investimento de acordo com a indústria de destino ou ponto de entrada de importações no território, como porto, aeroporto, ferrovia ou rodovia. Essa matriz permite distinguir a composição do produto de investimento de acordo com as indústrias (setores econômicos).

4.4 Especificação teórica do modelo TERM

Em relação à composição das demandas regionais, a Figura 10 apresenta o mecanismo de composição da origem das demandas regionais do modelo. Essa apresentação mostra como as famílias em Minas Gerais, por exemplo, escolhem entre alimentos domésticos e importados, seguindo uma especificação CES (hipótese de Armington). Esse processo se aplica não apenas aos alimentos, mas a todos os outros bens e usos no modelo, seja para setores ou usuários finais. De cima para baixo, a figura está dividida em quatro níveis.

Figura 10 - Mecanismo de composição da demanda no modelo



No primeiro nível, as famílias fazem escolhas entre alimentos domésticos e importados de outro país, com essa decisão descrita por uma especificação CES. As demandas estão relacionadas aos valores de compra específicos para cada uso. A elasticidade de substituição entre o composto doméstico e importado é representada por σ_x . Embora esse parâmetro seja geralmente específico para cada bem, é comum por uso e região, ainda que estimativas diferenciadas possam ser utilizadas. As demandas por bens domésticos em uma região são agregadas para todos os usos, determinando o valor total. A matriz de uso é avaliada em preços de entrega, que incluem os valores básicos e de margem, mas não os impostos específicos por uso.

O segundo nível aborda a origem do composto doméstico entre as regiões. Uma matriz evidencia como esse composto é distribuído entre as r regiões de origem, sendo controlado por uma especificação CES com elasticidade σ_d . Nesse contexto, a especificação CES implica que regiões com redução relativa de custos de produção aumentam sua participação de mercado na região de destino do produto. O mecanismo de substituição é dado pelos preços de entrega, que incorporam margens de comércio e transporte. Assim, ainda que os preços de produção sejam fixos, variações nos custos de transporte impactam as participações de mercado regionais.

As variáveis neste segundo nível não possuem subscrito por uso, indicando que a decisão é tomada considerando todos os usos, como se atacadistas, e não usuários finais, determinassem a origem dos alimentos importados de outras regiões. Essa suposição implica que a proporção de alimentos provenientes de São Paulo, por exemplo, em Minas Gerais é a mesma tanto para o uso das famílias quanto para outros usos, como insumos intermediários dos setores. Essa característica está alinhada com o banco de dados disponível para o comércio interestadual brasileiro, que não especifica o uso dos fluxos por estado de destino.

O terceiro nível descreve como os alimentos do Rio de Janeiro destinados a Minas Gerais são compostos pelos valores básicos, margens de comércio e transporte rodoviário, ferroviário e outros. A contribuição de cada componente para o preço de entrega é determinada por uma função do tipo Leontief, caracterizada por participações fixas. Isso elimina a suposição de substituição entre margens de comércio e transporte de diferentes modais. A participação de cada margem no preço de entrega é uma combinação de origem, destino, tipo de bem e fonte.

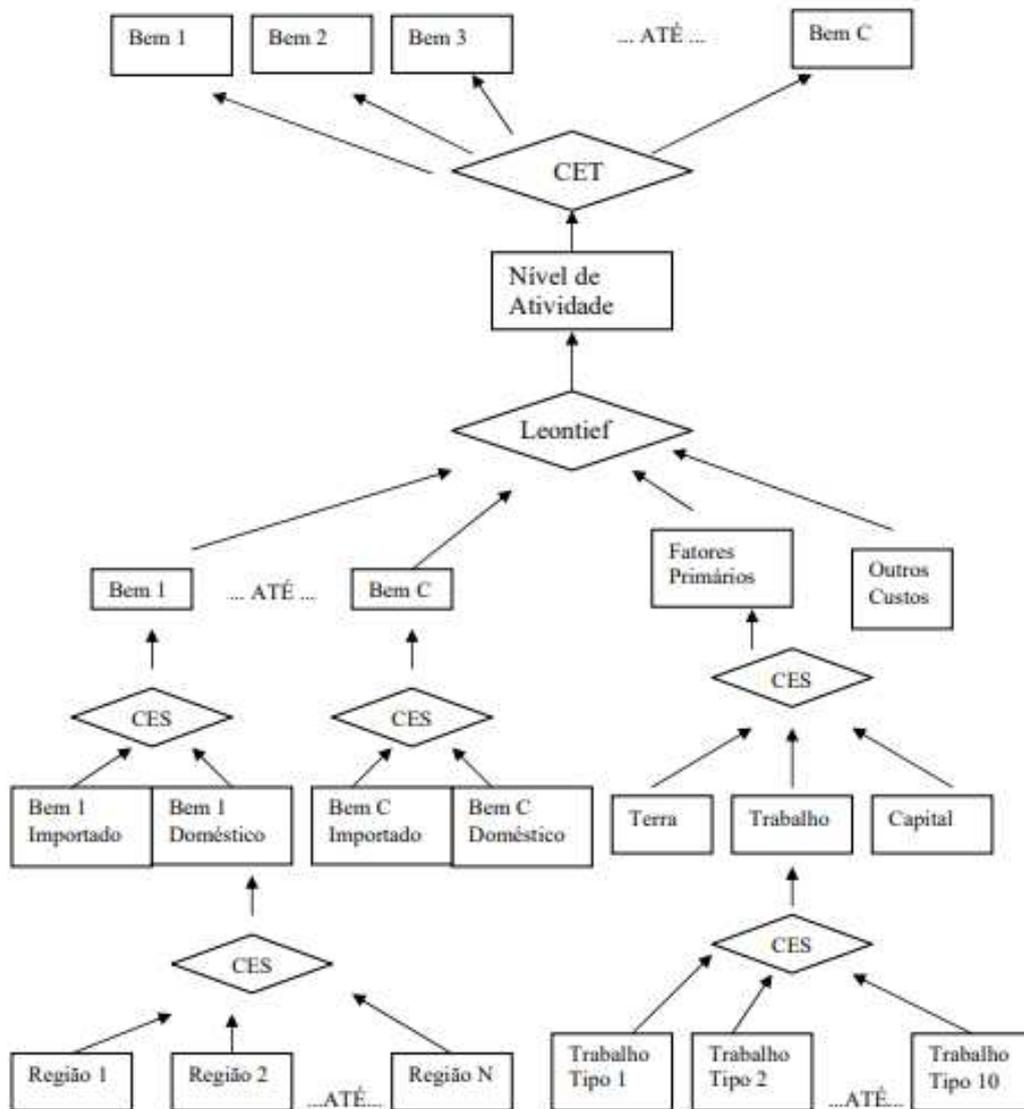
O quarto nível, etapa final da hierarquia de substituição, aborda como as margens sobre alimentos do Rio de Janeiro para Minas Gerais podem ser produzidas em diferentes regiões. Espera-se que essas margens sejam distribuídas de forma equitativa entre origem e destino, ou entre regiões intermediárias para trajetos mais longos. Existe algum grau de substituição entre fornecedores de margem, regulado pela elasticidade σ_t . Para as margens de comércio, antecipa-

se que uma parte maior seja produzida na região de destino, limitando a substituição. Essa decisão de substituição é tomada de forma agregada, pressupondo que a participação de uma região na oferta de margens é consistente, independentemente do bem transportado. O mesmo mecanismo é aplicado aos bens importados, com sua origem traçada ao porto de entrada.

A estrutura de produção permite que cada indústria fabrique diversos produtos, os quais podem ser utilizados por outras indústrias ou pela demanda final (famílias, governo, investimento e exportação). Esse processo é orientado por uma função de Elasticidade de Transformação Constante (CET), que incentiva a produção do bem com preço relativo mais elevado. Os insumos utilizados pelas indústrias na produção constituem a demanda intermediária, modelada por uma função Leontief (proporções fixas) de bens compostos, fatores primários e outros custos (impostos). Os bens compostos, uma combinação de importados e domésticos, são determinados por uma função CES (Elasticidade de Substituição Constante), que aloca o consumo de acordo com os preços relativos. Os fatores primários também seguem uma combinação CES, mas entre trabalho (em dez categorias), capital e terra (MORAES, 2010). A Figura 11 apresenta o sistema de produção do TERM-BR, destacando os mecanismos de decisão da produção e a interação entre as regiões para a formação dos bens domésticos.

As equações de demanda das famílias são formuladas com preferências CES/Klein-Rubin. Inicialmente, as famílias fazem escolhas entre produtos domésticos e importados por meio de uma função CES. Em seguida, a utilidade é maximizada através de uma agregação Klein-Rubin dos bens compostos. Os investidores, ao produzirem capital, escolhem entre insumos domésticos e importados por uma especificação CES, enquanto seu conjunto de insumos intermediários compostos é formado por uma combinação em proporções fixas (Leontief). Existe equilíbrio de mercado para todos os bens, tanto domésticos quanto importados, assim como nos mercados de fatores (capital e trabalho) em cada região. As demandas por margens (transporte e comércio) são proporcionais aos fluxos de bens aos quais as margens estão vinculadas. Os preços de compra para cada grupo de uso em cada região (produtores, investidores, famílias, exportadores e governo) consistem na soma dos valores básicos, impostos (diretos e indiretos) sobre vendas e margens (comércio e transporte).

Figura 11 - Estrutura de produção do modelo TERM (BR)



Fonte: Santos (2005).

4.5 Características do modelo TERM-BR

O modelo TERM-BR tem suas derivações do modelo homônimo australiano e representa uma adaptação à economia brasileira. Neste trabalho, a adoção desta metodologia possibilita a mensuração dos impactos, tanto na economia nacional quanto em suas regiões, de choques aplicados na variação da produção e na variação dos investimentos propostos pelas concessionárias ferroviárias para a renovação antecipada de seus contratos. Devido a essa modelagem abranger o vetor de preços da economia e as interconexões entre setores e agentes, os resultados refletem não apenas os impactos simulados, mas também suas ramificações na

cadeia produtiva e no sistema econômico como um todo. O modelo permite que a simulação seja configurada para cada região e, posteriormente, os resultados sejam gerados para o país como um todo. (DINIZ, 2012).

O TERM-BR é composto por 27 unidades federativas, (UFs), conectadas através dos mercados de produtos e fatores. Nesse formato, o modelo possibilita a representação individual da estrutura produtiva de cada UF, abrangendo a produção nos setores econômicos, remuneração dos fatores, impostos e margens. As interações entre as UFs ocorrem por meio das relações comerciais, transações de compra e venda de bens, e pelo mercado de trabalho, no qual a alocação de mão-de-obra é flexível entre as diferentes regiões/Estados (DINIZ, 2012). A descrição das regiões do TERM-BR é reportada no Quadro 7.

Quadro 7 - Descrição regional da base de dados do TERM-BR

UF	Sigla	Agrupamento	UF	Sigla	Agrupamento
Amazonas	AM	NOR	Alagoas	AL	RND
Pará	PA	NOR	Bahia	BA	BA
Acre	AC	NOR	Ceará	CE	CE
Roraima	RR	NOR	Maranhão	MA	MA
Rondônia	RO	NOR	Paraíba	PB	RND
Amapá	AP	NOR	Pernambuco	PE	PE
Tocantins	TO	NOR	Piauí	PI	PI
Paraná	PR	PR	Rio Grande do Norte	RN	RND
Santa Catarina	SC	SC	Sergipe	SE	RND
Rio Grande do Sul	RS	RS	Minas Gerais	MG	MG
Mato Grosso do Sul	MS	MS	Espírito Santo	ES	ES
Mato Grosso	MT	MT	Rio de Janeiro	RJ	RJ
Goiás	GO	GO	São Paulo	SP	SP
Distrito Federal	DF	DF			

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Devido à grande quantidade de informações geradas por um modelo EGC com as características do TERM-BR, foi necessário estabelecer critérios para simplificar a apresentação. Assim, mesmo que o modelo tenha sido desenvolvido com detalhes para 27 regiões (26 estados e o Distrito Federal), optou-se por consolidar alguns dos resultados regionais da seguinte forma: Norte (NOR), Paraná (PR), Santa Catarina (SC), Rio Grande do Sul (RS), Mato Grosso do Sul (MS), Mato Grosso (MT), Goiás (GO), Distrito Federal (DF), Bahia (BA), Ceará (CE), Maranhão (MA), Pernambuco (PE), Piauí (PI), e os demais estados do Nordeste em Resto do Nordeste (RND), São Paulo (SP), Minas Gerais (MG), Espírito Santo (ES) e Rio de Janeiro (RJ), reduzindo a 18 regiões. Ainda que o modelo possibilite a investigação dos impactos das alterações na tributação indireta em diversas variáveis, a análise foi limitada a indicadores econômicos considerados mais relevantes, como PIB real e seus

componentes, emprego, salário real, produção setorial e índice de preços ao consumidor por região e classe de renda.

As agregações realizadas consideraram a concentração das estradas de ferro nas regiões. Na região norte, essa concentração é baixa, contando apenas com a EFC que liga o Porto de Itaqui, no Maranhão, às províncias minerais da Serra dos Carajás, no estado do Pará. Em Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte a FTL opera com baixa densidade de tráfego assim como a FTL em Sergipe. Em relação aos setores, o Quadro fornece as atividades produtivas reconhecidas pelo modelo TERM-BR.

Quadro 8 - Setores do modelo TERM-BR

Cod.	Sigla	Descrição	Cod.	Sigla	Descrição
S1	Agro	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita.	S19	EFVM	Transporte terrestre ferroviário EFVM
S2	PecuPEXP	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária. Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca. Produção florestal; pesca e aquicultura.	S20	FCA	Transporte terrestre ferroviário FCA
S3	CarvaoM	Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos.	S21	FNSTN	Transporte terrestre ferroviário FNSTN
S4	PetroleoGa	Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio.	S22	FTC	Transporte terrestre ferroviário FTC
S5	MinFerr	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração.	S23	FTL	Transporte terrestre ferroviário FTL
S6	OutExtr	Outras extrações inclusive extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos.	S24	MRS	Transporte terrestre ferroviário MRS
S7	Alim	Alimentação. Fabricação e refino de açúcar. Fabricação de bebidas. Outros produtos alimentares. Fabricação de produtos do fumo.	S25	RMN	Transporte terrestre ferroviário RMN
S8	CeluPMa	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel. Edição e edição integrada à impressão. Fabricação de produtos da madeira.	S26	RMO	Transporte terrestre ferroviário RMO
S9	RefPetBio	Refino de petróleo e coquerias. Fabricação de biocombustíveis.	S27	RMP	Transporte terrestre ferroviário RMP
S10	Quim	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros. Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos. Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/parfumaria e higiene pessoal. Fabricação de produtos farmacêuticos.	S28	RMS	Transporte terrestre ferroviário RMS
S11	PConstr	Construção	S29	TTRodo	Transporte terrestre rodoviário
S12	Sider	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura. Fabricação de produtos de minerais não-metálicos.	S30	TAqua	Transporte aquaviário
S13	Metalurg	Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais. Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos.	S31	OtTrArm	Transporte aéreo. Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio.
S14	MaqEqVeic	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos. Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos. Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos. Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças. Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores. Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores. Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos.	S32	ServDiv	Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D. Serviços domésticos. Alojamento. Energia elétrica, gás natural e outras utilidades. Água, esgoto e gestão de resíduos. Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem. Telecomunicações. Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação. Intermediação financeira, seguros e previdência complementar. Atividades imobiliárias. Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas. Outras atividades profissionais, científicas e técnicas. Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual. Outras atividades administrativas e serviços complementares. Atividades de vigilância, segurança e investigação. Administração pública, defesa e seguridade social. Educação pública. Educação privada. Saúde pública. Saúde privada. Atividades artísticas, criativas e de espetáculos. Organizações associativas e outros serviços pessoais.
S15	IndDiv	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas. Fabricação de produtos têxteis. Confecção de artefatos do vestuário e acessórios. Fabricação de calçados e de artefatos de couro. Fabricação de produtos de borracha e de material plástico. Impressão e reprodução de gravações.			
S16	Comercio	Comércio por atacado e varejo			
S17	EFC	Transporte terrestre ferroviário EFC			
S18	EFPO	Transporte terrestre ferroviário EFPO			

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Acerca dos setores e produtos, a base de dados compunha-se de 67 setores e 147 produtos, agregadas, para efeitos desta análise, em 32 setores e 38 produtos. As agregações de setores e produtos ocorreram em respeito as maiores representatividades relacionadas ao

transporte ferroviário de carga. O Quadro 9 reporta os produtos tratados pelo modelo TERM-BR.

Quadro 9 - Produtos do modelo TERM-BR

Cd	Sigla	Descrição
C1	ArrozTrigoOt	Arroz, trigo e outros cereais
C2	Milho	Milho em grão
C3	Soja	Soja em grão
C4	OtLavourTemp	Outros produtos e serviços da lavoura temporária
C5	PecuPExpF	Pecuária, Pesca, Produtos da exploração florestal e da silvicultura
C6	CarvaoMinera	Carvão mineral
C7	PetroleoGasN	Petróleo, gás natural e serviços de apoio
C8	MinerioFerro	Minério de ferro
C9	OutExtr	Outras extrações
C10	Carne	Carne de bovinos e outros prod. de carne. Carne de suíno. Carne de aves. Pescado industrializado. Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado. Outros produtos do laticínio. Açúcar. Conservas de frutas, legumes, outros vegetais e sucos de frutas. Óleos e gorduras vegetais e animais. Café beneficiado. Arroz beneficiado e produtos derivados do arroz.
C11	AlimBeb	Produtos derivados do trigo, mandioca ou milho. Rações balanceadas para animais. Outros produtos alimentares. Bebidas. Produtos do fumo.
C12	CeluPMa	Celulose. Produtos de madeira, exclusive móveis. Papel, papelão, embalagens e artefatos de papel. Serviços de impressão e reprodução.
C13	RefPetBio	Combustíveis para aviação. Gaseóleo. Naftas para petroquímica. Óleo combustível. Diesel - biodiesel. Outros produtos do refino do petróleo. Etanol e outros biocombustíveis.
C14	QInOrgRes	Produtos químicos inorgânicos. Produtos químicos orgânicos. Resinas, elastômeros e fibras artif. e sintéticas. Produtos químicos diversos. Tintas, vernizes, esmaltes e lacas.
C15	AduFerDef	Adubos e fertilizantes. Defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários.
C16	QuimDiv	Perfumaria, sabões e artigos de limpeza. Produtos farmacêuticos.
C17	PConstr	Cimento. Edificações. Obras de infra-estrutura. Serviços especializados para construção.
C18	Sider	Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço. Peças fundidas de aço e de metais não ferrosos.
C19	Metalurg	Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos. Produtos de metal, excl. máquinas e equipamentos. Ferro-gusa e ferroligas. Máquinas, aparelhos e materiais elétricos. Eletrodomésticos. Tratores e outras máquinas agrícolas. Máquinas para a extração mineral e a construção. Outras máquinas e equipamentos mecânicos. Automóveis, camionetas e utilitários. Caminhões e ônibus, incl. cabines, carrocerias e reboques. Peças e acessórios para veículos automotores. Aeronaves, embarcações e outros equipamentos de transporte.
C20	MaqEqVeic	Componentes eletrônicos. Máquinas para escritório e equip. de informática. Material eletrônico e equip. de comunicações. Equip. de medida, teste e controle, ópticos e eletromédicos. Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos.
C21	IndDiv	Produtos de industrias diversas. Artigos de borracha. Artigos de plástico. Móveis. Vidros, cerâmicos e outros prod. de minerais não-metálicos. Artefatos de cimento, gesso e semelhantes. Fios e fibras têxteis beneficiadas. Tecidos. Art. têxteis de uso doméstico e outros têxteis. Artigos do vestuário e acessórios. Calçados e artefatos de couro.
C22	Comercio	Comércio por atacado e varejo.
C23	EFC	Estrada de Ferro Carajás
C24	EFPO	Estrada de Ferro Paraná Oeste
C25	EFVM	Estrada de Ferro Vitória a Minas
C26	FCA	Ferrovia Centro Atlântica
C27	FNSTN	Ferrovia Norte Sul Tramo Norte
C28	FTC	Ferrovia Tereza Cristina
C29	FTL	Ferrovia Transnordestina Logística
C30	MRS	MRS Logística
C31	RMN	Rumo Malha Norte
C32	RMO	Rumo Malha Oeste
C33	RMP	Rumo Malha Paulista
C34	RMS	Rumo Malha Sul
C35	TTRodo	Transporte terrestre rodoviário
C36	TAqua	Transporte terrestre e aquaviário
C37	OtTrArm	Armazenamento e serviços auxiliares aos transportes. Correio e outros serviços de entrega. Eletricidade, gás e outras utilidades. Água, esgoto, reciclagem e gestão de resíduos. Serviços de alojamento em hotéis e similares. Serviços cinematográficos, música, rádio e televisão. Telecomunicações, TV por assinatura e outros serv. Relacionados. Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação. Intermediação financeira, seguros e previdência complementar. Aluguel efetivo e serviços imobiliários. Aluguel imputado. Serviços jurídicos, contabilidade e consultoria. Pesquisa e desenvolvimento. Serviços de arquitetura e engenharia. Publicidade e outros serviços técnicos. Aluguéis não-imob. e gestão de ativos de propriedade intelectual. Condomínios e serviços para edifícios. Outros serviços administrativos. Serviços de vigilância, segurança e investigação. Serviços coletivos da administração pública. Serviços de previdência e assistência social. Educação pública. Educação privada. Saúde pública. Saúde privada. Serviços de artes, cultura, esporte e recreação. Organizações patronais, sindicais e outros serviços associativos. Manutenção de computadores, telefones e objetos domésticos. Serviços pessoais. Serviços domésticos. Livros, jornais e revistas.
C38	ServDiv	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

5 DESENHO DE SIMULAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Este capítulo apresenta os fechamentos do modelo e apresenta os detalhes do esquema de simulação, abrangendo o fechamento adotado, o cenário de referência (*business-as-usual*) e o cenário de política. Em seguida, o capítulo apresenta os procedimentos de construção dos choques para, no final, discutir as projeções econômicas obtidas nas simulações de política.

Cabe sublinhar que os modelos Estruturais de Equilíbrio Geral Computável (EGC) consistem em um conjunto de equações no qual o número de variáveis ultrapassa o número de equações. Nesse contexto, para garantir a existência de uma solução matemática, é necessário definir exogenamente algumas variáveis (aquelas sujeitas a choques). O processo de definição dessas variáveis é denominado fechamento.

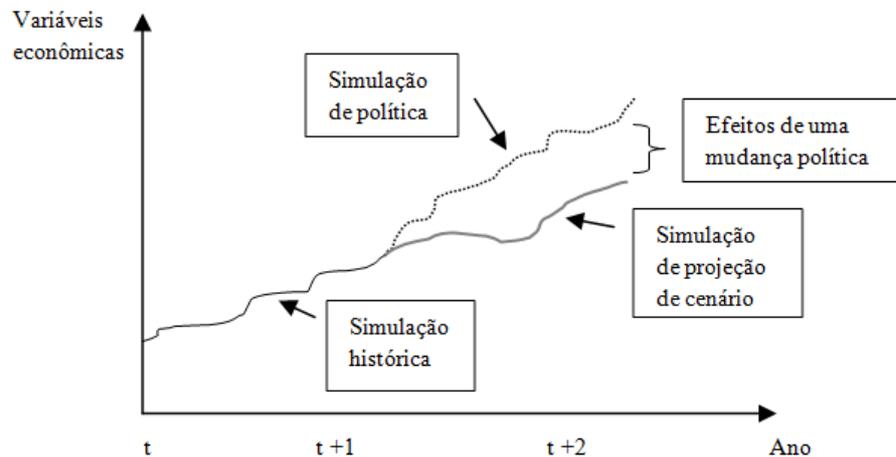
A definição de fechamento refere-se, portanto, à delimitação do conjunto de variáveis endógenas e exógenas para a operação do modelo durante as simulações. Embora o fechamento não produza alterações diretas na estrutura dos mecanismos que compõem o modelo, a seleção de diferentes conjuntos de variáveis pode modificar a maneira como os efeitos são transmitidos por meio desses mecanismos. Os resultados projetados e derivados dessas análises podem ser observados tanto sobre os indicadores macroeconômicos quanto sobre os indicadores setoriais ao longo de determinados períodos, sendo necessário então definir o ambiente econômico da simulação, ou seja, o fechamento do modelo (cenário de referência e de política).

Dessa maneira, a escolha do fechamento deve assegurar uma caracterização do cenário econômico em consonância com o ambiente no qual a política é aplicada. Além disso, deve viabilizar que os choques incorporados ao modelo representem de maneira adequada a política econômica em análise, ao mesmo tempo em que considera o potencial analítico desejado para os resultados. Em modelos EGC de dinâmica recursiva, são geradas quatro categorias de simulações por meio de seus respectivos fechamentos, a saber: histórica, de decomposição, de cenário futuro e de política, como representado na Figura 12.

A simulação histórica implica na alteração de cada coeficiente no ano t para os seus respectivos valores no ano $t+1$, proporcionando uma representação da economia brasileira naquele período. A simulação histórica atualiza a base de dados, possibilitando novas projeções para o futuro, ao passo que a simulação de projeção de cenários incorpora informações econômicas provenientes de projeções, como as macroeconômicas. Por sua vez, a simulação de cenários evidencia desvios de trajetória que são medidos para avaliar os impactos de uma mudança de política em períodos subsequentes. No contexto de uma simulação de política, é possível analisar as ramificações decorrentes de uma alteração na política econômica,

representando um desvio dos indicadores econômicos em relação ao cenário de referência (BETARELLI JUNIOR, 2013; DIXON; RIMMER, 2002).

Figura 12 - Simulações em modelos EGC dinâmicos



Fonte: Betarelli Junior (2013).

5.1 Cenário de referência (*business-as-usual*)

O fechamento do cenário de referência (*business-as-usual*) ocorre por meio de variações anuais nos indicadores macroeconômicos observados e previstos da economia brasileira. Por outro lado, o cenário de política revela desvios em relação a esse cenário de referência. A simulação de cenários é empregada como uma abordagem de controle, permitindo a mensuração de desvios para analisar os efeitos de um choque de política em períodos futuros. A abordagem de calcular os efeitos da política como desvios em relação ao cenário projetado oferece uma perspectiva de crescimento na análise (BETARELLI JUNIOR, 2013).

Após essas considerações iniciais acerca das premissas, projeta-se anualmente o cenário de referência da economia brasileira para o período entre 2016 e 2060, utilizando um modelo nacional de EGC. A projeção do cenário de referência (*business-as-usual*) visa demonstrar como a economia brasileira teria se desenvolvido na ausência da implementação de produtos no país. Inicialmente, busca-se identificar a evolução endógena das atividades setoriais no sistema econômico do Brasil. No contexto econômico do cenário de referência (*baseline*), é comum considerar as principais variáveis macroeconômicas, como PIB real, investimento, consumo das famílias, demandas do governo, volume de exportação e emprego

agregado, como exógenas. Essa decisão é necessária para incorporar as variações observadas e prospectivas nas soluções no cenário de referência.

Operacionalmente, as variáveis endógenas, como PIB real, consumo das famílias, investimento, demandas governamentais, exportação e emprego nacional, são substituídas por variáveis correspondentes (por exemplo, mudança na demanda final, salário nacional e TFP nacional) para torná-las exógenas no ambiente econômico do *baseline*. As variações reais por período para os principais indicadores econômicos no cenário de referência são desmembradas entre as observadas e as prospectivas (conforme apresentado na Tabela 2).

Tabela 2 - Variações reais (%) dos principais indicadores macroeconômicos

Indicadores econômicos	Observado							Prospectivo*	
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023-2027 (a.a.)	2028-2060 (a.a.)
PIB	-3.3	1.3	1.8	1.2	-3.3	5.0	2.9	2.2	2.2
Consumo das famílias	-3.8	2	2.4	2.6	-4.6	3.7	4.3	-	-
Gastos do governo	0.2	-0.7	0.8	-0.4	-3.7	3.5	1.5	-	-
Exportações	0.9	4.9	4.1	-2.6	-2.3	5.9	5.5	-	-
Investimentos	-12.1	-2.6	5.2	4.0	-1.8	16.5	0.9	-	-
Emprego Nacional	-1.6	1.3	2.7	1.6	-6.4	-	-	-	-
População	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Fonte: IBGE (2021, 2022); Brasil (2020) e OCDE-FAO(2023).

Nota: *Valores ocultos (“-“) denotam que as variáveis são endógenas no período.

No intervalo de 2016 a 2022, as variações observadas são aplicadas com base nas informações estatísticas do IBGE (2021, 2022). A utilização dessas variações observadas serve como referência para atualizar a estrutura numérica do modelo, possibilitando a implementação dos choques prospectivos entre 2023 e 2060. Por sua vez, as mudanças projetadas após 2022 são fundamentadas nas estimativas da Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil (BRASIL, 2020). O cenário projetado para o período de 2023 a 2060 leva em consideração um crescimento médio anual (CMA) do PIB de 2,2%, representativo do estado estacionário da economia brasileira. Além disso, o cenário de referência incorpora a previsão do teto de gastos do governo até 2027.

5.2 Análise de Política

O fechamento realizado no modelo permite aplicar políticas como alterações de produção e investimento em cada empresa concessionária para avaliar seus efeitos. Os choques de produção e investimento retornarão resultados frente ao cenário econômico e setorial

brasileiro. No cenário de referência são introduzidos impactos em um conjunto de variáveis macroeconômicas com base nos dados estatísticos observados (2016-2022) e nas projeções futuras (2023-2060).

A análise desta simulação possibilita a observação dos efeitos das variações em produção e investimento sobre durante o período em questão e como tais medidas influenciam a economia brasileira. No modelo BIM-T, a oferta de serviços das concessionárias de transporte ferroviário de carga ($X_{i,r}$) é definida conforme a equação:

$$\min \left\{ \frac{PRIM_{i,r}}{APRIM_{i,r}}, \frac{INT_{c,i,r}}{AINT_{c,i,r}} \right\} = X_{i,r} \quad (5)$$

em que $PRIM_{i,r}$ é a soma das remunerações dos fatores de produção; $INT_{c,i,r}$ o consumo intermediário do setor produtivo i na região r , os quais são combinados em proporções fixas para gerar a produção $X_{i,r}$. $APRIM_{i,r}$ e $AINT_{c,i,r}$ são variáveis tecnológicas. Desse modo, a variação da oferta de cada serviço de transporte ferroviário torna-se:

$$prim_{i,r} - aprim_{i,r} = x_{i,r} \quad (6)$$

Alterações positivas de produtividade representam choques negativos em $aprim_{i,r}$, uma vez que menos fatores primários são demandados para atender o aumento da produção. No fechamento de política, realizou-se uma troca, tornando a variável $x_{i,r}$ exógena e $aprim_{i,r}$ endógena. Essa troca se justifica porque os contratos de renovação antecipada das empresas concessionárias estabelecerão metas na escala de produção, medida em TKU.

Já em relação aos investimentos foi preciso tornar os investimentos das empresas concessionárias uma variável exógena, trocada pela variável de taxa de retorno bruta normal, que originalmente era exógena. Ou seja, a variável investimento tornou-se uma variável exógena e a taxa de retorno normal tornou-se endógena. Esta troca entre variáveis foi necessária para a aplicação do choque político anual.

5.3 Simulação da renovação antecipada do setor ferroviário

As simulações têm como objetivo avaliar o efeito da variação percentual na produção e no investimento de cada uma das quatro empresas concessionárias que já renovaram antecipadamente o contrato de concessão no período observado (2016-2022) e projetado (2023-2060), quais sejam: Rumo Malha Paulista (RMP), Estrada de Ferro Carajás (EFC), Estrada de

Ferro Vitória a Minas (EFVM) e MRS Logística. A escolha do cenário projetado é derivado do tempo de prorrogação dos contratos que já foram renovados antecipadamente. A partir da compatibilização de dados oficiais acerca das metas de produção e investimento e da trajetória observada da economia, o exercício possibilita produzir resultados que contribuam para a análise dos efeitos econômicos e regionais decorrentes da renovação antecipada.

Os dados utilizados para a construção dos choques foram obtidos nos contratos de concessão de cada empresa, no sítio da ANTT¹. No caso da produção, calculou-se a variação percentual para cada ano do período de renovação (30 anos) a partir da meta total divulgada (ANTT, 2023). A produção anual de cada contrato está descrita na

Tabela 3.

Tabela 3 – Produção anual do contrato

Empresas concessionárias	Produção (Var. % anual)	Período
EFC	1,43%	2027-2057
EFVM	2,01%	2027-2057
MRS	1,66%	2026-2056
RMP	0,49%	2029-2059

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANTT.

As demais empresas concessionárias não entraram nas simulações desta pesquisa, embora algumas delas encontrem-se em estudo, como FCA e RMS, ainda não tiveram seus contratos renovados, impedindo a obtenção dos dados de forma adequada.

Em relação ao investimento, o procedimento adotado foi calcular a variação percentual ano a ano do respectivo período de concessão a partir da meta total divulgada nos contratos. Esses valores estão representados no Tabela 4. Os choques percentuais de investimento foram implementados a partir do primeiro ano de vigência do novo prazo de cada contrato (ANTT, 2023). As variações foram computadas a partir da projeção do montante de investimentos do setor ferroviário no cenário de referência da economia brasileira entre 2026 e 2029, dependendo do primeiro ano de vigência do novo contrato de concessão.

Os montantes de investimento selecionados nos contratos foram os relacionados a melhorias na infraestrutura. Os critérios dessa escolha estão relacionados ao fato dos investimentos privados terem historicamente direcionado seus recursos para incrementar a

¹ Contribuiu para essa pesquisa Thiago Victorino, servidor da ANTT.

capacidade e aprimorar os serviços logísticos no setor ferroviário, mediante a expansão da infraestrutura de suporte ao transporte e a aquisição de equipamentos adequados (CNT, 2015).

Tabela 4 - Variação % do investimento ano a ano

Empresa	EFC	EFVM	MRS	RMP
Investimento do contrato de concessão (R\$ bilhões) nos 30 anos	0.307	0.725	5.96	2.96
Período	2027 - 2057	2027 - 2057	2026 - 2056	2029 - 2059
Ano	Var.%	Var.%	Var.%	Var.%
2026	-	-	98.00	-
2027	2.87	11.29	2.55	-
2028	2.79	4.30	2.49	-
2029	2.72	4.12	2.43	112.64
2030	2.64	3.96	2.37	5.76
2031	2.58	3.81	2.31	5.44
2032	2.51	3.67	2.26	5.16
2033	2.45	3.54	2.21	4.91
2034	2.39	3.42	2.16	4.68
2035	2.34	3.30	2.12	4.47
2036	2.28	3.20	2.07	4.28
2037	2.23	3.10	2.03	4.10
2038	2.18	3.01	1.99	3.94
2039	2.14	2.92	1.95	3.79
2040	2.09	2.83	1.91	3.65
2041	2.05	2.76	1.88	3.52
2042	2.01	2.68	1.84	3.40
2043	1.97	2.61	1.81	3.29
2044	1.93	2.55	1.78	3.19
2045	1.89	2.48	1.75	3.09
2046	1.86	2.42	1.72	3.00
2047	1.82	2.37	1.69	2.91
2048	1.79	2.31	1.66	2.83
2049	1.76	2.26	1.63	2.75
2050	1.73	2.21	1.61	2.68
2051	1.70	2.16	1.58	2.61
2052	1.67	2.12	1.56	2.54
2053	1.64	2.07	1.53	2.48
2054	1.62	2.03	1.51	2.42
2055	1.59	1.99	1.49	2.36
2056	1.57	1.95	1.47	2.31
2057	1.54	1.91	-	2.25
2058	-	-	-	2.20
2059	-	-	-	2.16

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANTT.

Dois cenários foram adotados para análise dos resultados: Cenário 1: 2017-2042 e Cenário 2: 2043-2060. Em relação ao choque de produção, a

Tabela 5 apresenta as projeções econômicas dos principais indicadores macroeconômicos para a economia brasileira.

Conquanto a discussão se inicie pelos resultados nacionais, é importante salientar que o modelo é inicialmente resolvido individualmente para cada uma das 18 regiões, sendo o resultado nacional uma combinação ponderada dos resultados regionais. Acerca dos ganhos de produção, haveria um aumento do PIB no curto e longo prazo na simulação para todas as empresas observadas. No que se refere ao consumo das famílias, esta variável acompanha a trajetória ascendente do PIB do país.

Tabela 5 - Efeitos macroeconômicos dos choques de produção (%)

Variáveis	RMP		EFC		EFVM		MRS	
	Curto prazo	Longo prazo						
PIB	0.009	0.017	0.092	0.216	0.079	0.174	0.070	0.145
Consumo das famílias	0.009	0.017	0.092	0.216	0.079	0.174	0.070	0.145
Investimento	0.014	0.017	0.193	0.253	0.164	0.197	0.136	0.155
Exportação	0.005	0.013	0.057	0.195	0.047	0.155	0.042	0.127
Importação	0.003	0.003	0.072	0.098	0.057	0.071	0.043	0.050
Emprego	0.008	0.015	0.077	0.175	0.067	0.143	0.060	0.120
Estoque de capital	0.004	0.011	0.058	0.176	0.050	0.141	0.044	0.116

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa

A empresa que apresenta a maior variação percentual do PIB no longo prazo é a EFC, seguida pela EFVM, MRS e RMP. Esses valores estão associados aos principais produtos transportados pelas concessionárias, sendo o minério de ferro a principal mercadoria movimentada nas duas primeiras. O minério de ferro representa 66% de todo o transporte ferroviário no Brasil e é transportado também pela MRS.

A tendência de aumento do emprego se deve à hipótese de que aumentos da produção absorvem mais mão de obra, ocasionando um aumento nos postos de trabalho. Há aumento do estoque de capital no curto e longo prazo, que acompanham o crescimento da economia.

No que diz respeito à balança comercial, o aumento nas exportações no curto e no longo prazo é explicado uma vez que os principais produtos de exportação do Brasil, especialmente o minério de ferro e produtos agrícolas, são transportados por ferrovias até os portos. O baixo efeito nas importações observado pode ser atribuído à maior competitividade dos produtos nacionais em comparação aos importados, devido ao aumento da produtividade. De todo modo, na margem, espera-se um aumento do superávit na balança comercial.

Quanto aos impactos macroeconômicos do choque de investimento, cabe ressaltar os efeitos gerados pelos investimentos em infraestrutura. No decorrer da implementação, observa-se predominantemente a expansão da demanda, reservando-se os efeitos na produtividade para o período subsequente ao da implementação. Assim, os efeitos econômicos imediatos dos investimentos influenciam os setores produtivos e o território, gerando impactos de curto prazo (DOMINGUES, 2009).

Os resultados conseguem captar os efeitos alcançados pela ampliação da capacidade produtiva gerados pelos investimentos das concessionárias ferroviárias de transporte. A Tabela 6, exhibe os efeitos macroeconômicos obtidos com a aplicação dos choques de investimento em cada empresa simulada. Os investimentos privados em transporte ferroviário promoveriam um incremento de 0,10% e 0,18% sobre o PIB no curto e no longo prazo, respectivamente. Similarmente ocorrem os efeitos no Consumo das famílias. O impacto no emprego é analisado

de maneira comparável ao da produção, levando em conta os coeficientes estruturais correspondentes, um aumento positivo na produção nacional resultaria no acréscimo de empregos.

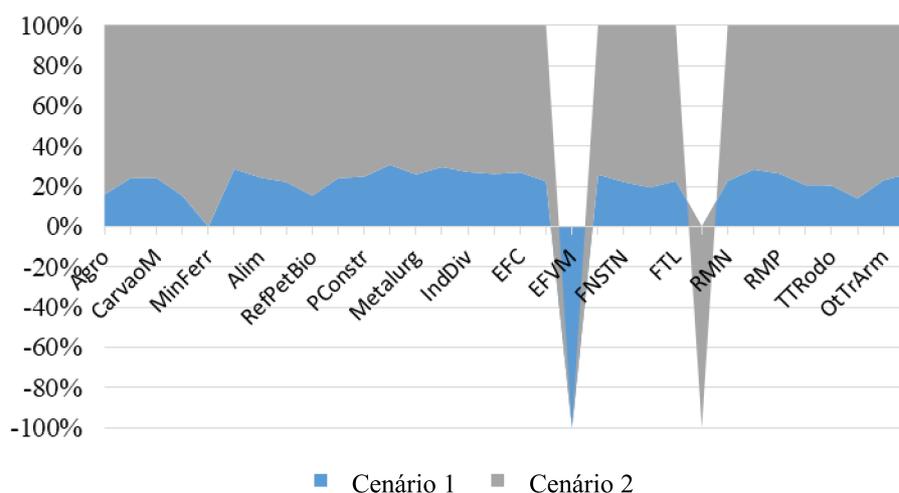
Tabela 6 - Efeitos macroeconômicos dos choques de investimento (%)

Variáveis	RMP		EFC		EFVM		MRS	
	Curto prazo	Longo prazo						
PIB	0.018	0.030	0.017	0.050	0.020	0.046	0.045	0.055
Consumo das famílias	0.018	0.030	0.017	0.050	0.020	0.046	0.045	0.055
Investimento	0.064	0.058	0.062	0.083	0.069	0.071	0.118	0.074
Exportação	-0.004	0.014	-0.002	0.034	-0.002	0.033	0.013	0.043
Importação	0.023	0.021	0.025	0.035	0.027	0.029	0.044	0.029
Emprego	0.019	0.028	0.017	0.044	0.020	0.041	0.043	0.047
Estoque de capital	0.017	0.034	0.016	0.058	0.019	0.054	0.046	0.064

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa

O crescimento na atividade econômica resulta em uma elevação na demanda por mão de obra. Esse aumento no nível de atividade econômica implica na ampliação da produção das indústrias que fornecem insumos intermediários, já que estas também dependem do fator de produção trabalho. Conseqüentemente, observam-se efeitos diretos e indiretos na geração de empregos na economia. O Gráfico 1 compara a variação percentual da produção nacional da indústria após o choque de produção nos dois cenários estudados.

Gráfico 1 - Produção nacional da indústria (choque de produção)



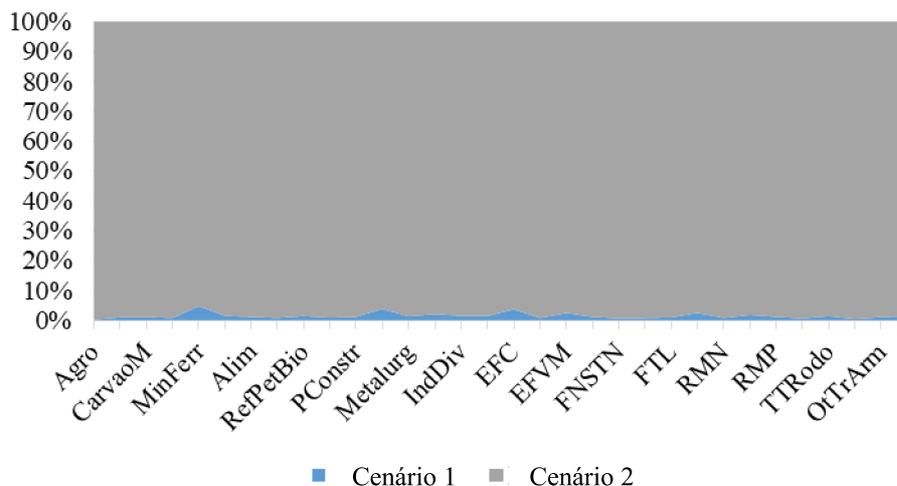
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa

É possível observar que há uma queda da produção no setor ferroviário de carga, mais especificamente na EFVM, que tem como principal produto movimentado o minério de ferro. Cabe pontuar que a Vale é a principal empresa mineradora do país e utiliza suas concessões

ferroviárias, a EFVM e a EFC, como parte integrante de suas operações de mineração. Portanto, esta queda pode ser explicada por uma redução na demanda da EFVM, substituída pela EFC, investimentos insuficientes no trecho operado ou competição por outros modos de transporte.

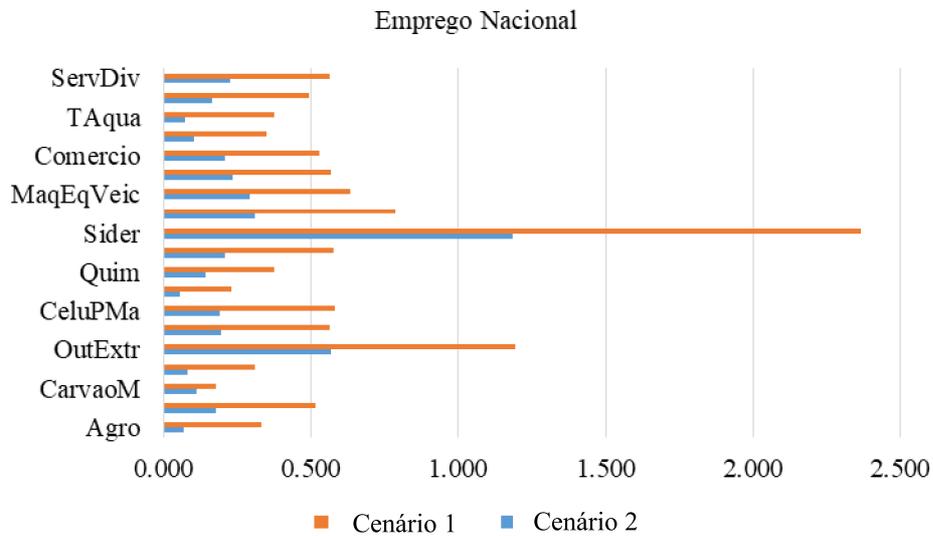
Acerca da produção nacional da indústria nas simulações de choque de investimento, o Gráfico 2 reporta os resultados em termos da variação percentual. É possível notar um aumento uniforme da capacidade produtiva no cenário de longo prazo que pode ser explicado em função dos investimentos em infraestrutura ferroviária, como expansão de linhas, modernização de trens e construção de terminais. Além disso, pode-se citar a redução dos custos logísticos e maior eficiência operacional. Esses efeitos provocam estímulo ao desenvolvimento regional em regiões menos desenvolvidas, ao facilitar o transporte de mercadorias e atrair investimentos para essas áreas. Isso pode resultar em um aumento na produção de indústrias locais e na criação de empregos.

Gráfico 2 - Produção nacional da indústria (choque de investimento)



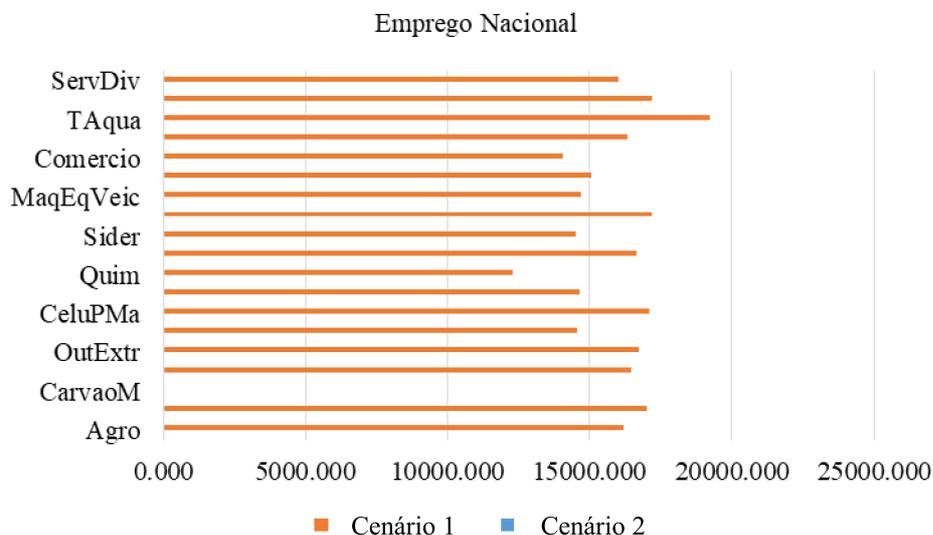
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa

Em uma análise específica sobre o emprego nacional, nota-se que este também apresentaria incrementos, com destaque para o setor de siderurgia. Na simulações de choque na produção para as quatro empresas com contrato renovado, é possível observar a criação de empregos que podem ser diretos, com a contratação de mais trabalhadores para operar trens, manter a infraestrutura ferroviária, realizar serviços de logística e gerenciar operações, ou empregos indiretos, com um aumento da demanda por bens e serviços relacionados, como materiais de construção, equipamentos ferroviários, serviços de manutenção e transporte de carga. O Gráfico 3 reporta esses números.

Gráfico 3 - Emprego nacional (choque de produção)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa

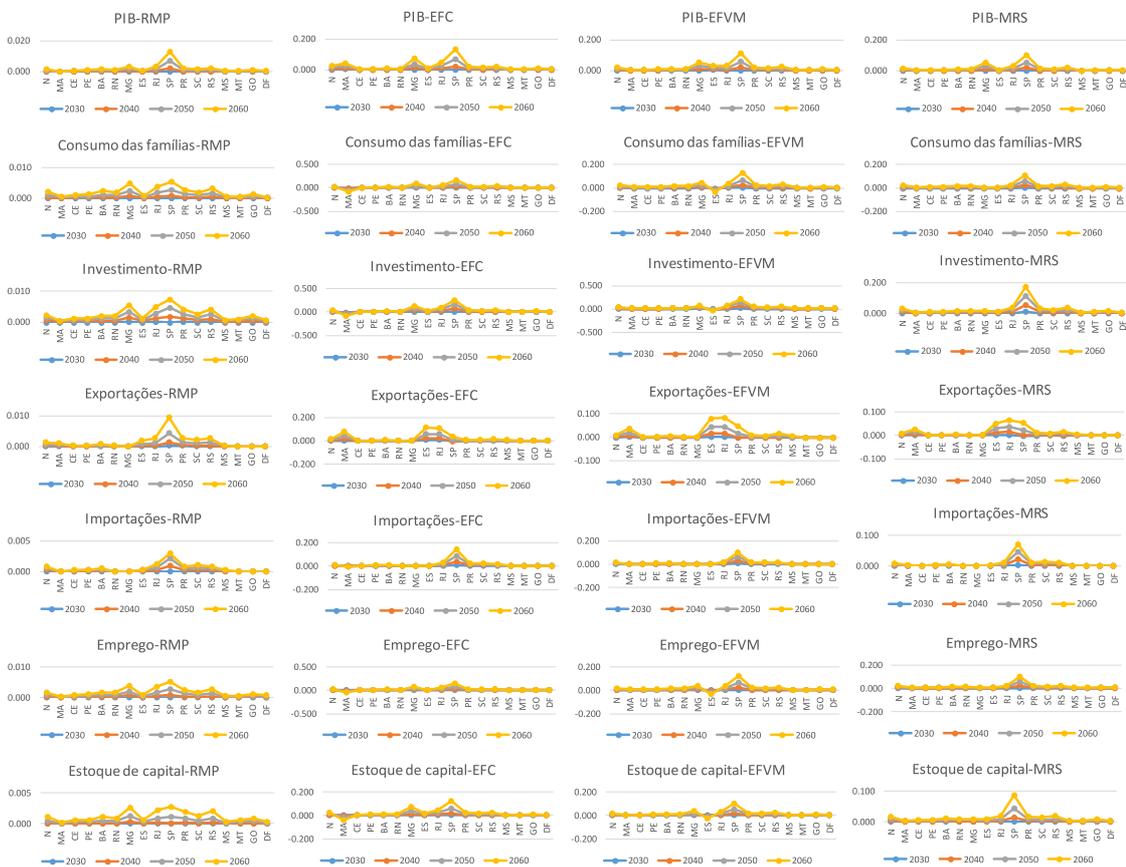
O emprego nacional pós choque de investimento, também para as quatro empresas anteriormente retratadas com contrato renovado, acompanha os resultados anteriores. Ocorre um estímulo ao emprego em indústrias usuárias: um setor ferroviário eficiente e produtivo pode beneficiar indústrias que dependem do transporte ferroviário para receber matérias-primas e enviar produtos acabados. O aumento no investimento ferroviário pode melhorar a logística e reduzir os custos de transporte para essas indústrias, estimulando a produção e levando à criação de empregos nessas empresas. O Gráfico 4 fornece as dez maiores variações dos setores analisados.

Gráfico 4 - Emprego nacional (choque de investimento)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa

Em relação aos efeitos regionais, o aumento da produção no segmento ferroviário de carga provocaria impactos positivos em praticamente todas as economias estaduais brasileiras. Os desvios em relação ao cenário de referência resultam de um conjunto de fatores, dependendo não apenas da composição da estrutura produtiva regional e da participação regional nos componentes finais, mas também das especificações teóricas do modelo, como ambiente competitivo entre as regiões, dos parâmetros calibrados e das interdependências setoriais e regionais presentes na base de dados. A Figura 13 apresenta esses resultados em termos regionais para a RMP, EFC, EFVM e MRS.

Figura 13 - Efeitos do choque de produção nos principais indicadores macroeconômicos por região (%)



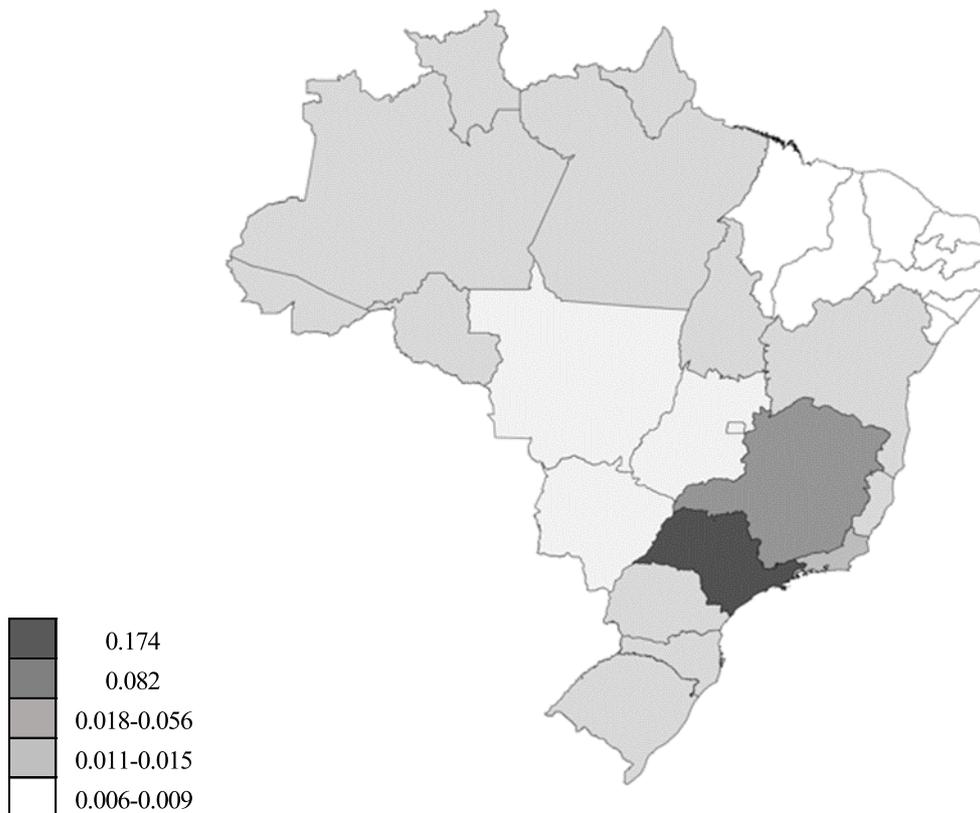
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Os estados situados na macrorregião sudeste seriam os mais impactados positivamente na simulação. Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo ostentam uma significativa participação regional nas atividades ferroviárias, o que explica os aumentos mais expressivos. Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais destacam-se por sua diversidade produtiva e integração comercial mais pronunciada com outras regiões, além de possuírem os

principais terminais e estações ferroviárias. A Figura 14 reporta os efeitos do choque de produção no PIB.

Minas Gerais, por sua vez, detém a segunda maior fatia na produção ferroviária nacional, ficando atrás apenas de São Paulo. No Espírito Santo, destaca-se a empresa Estrada de Ferro Vitória Minas (EFVM) que é a responsável pelo transporte do minério da Vale, além de carvão e cargas agrícolas.

Figura 14 - Efeitos do choque de produção no PIB das regiões (var. % acumulada)

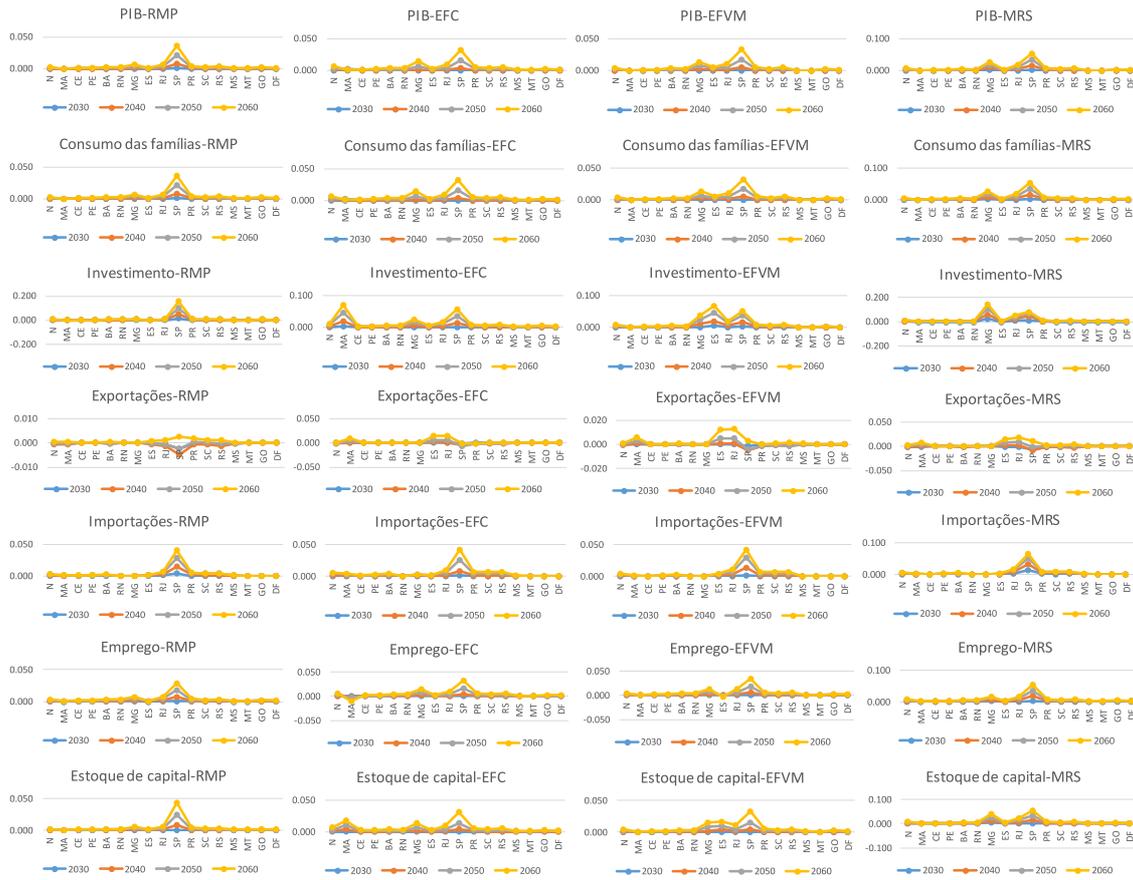


Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Os efeitos regionais após o choque de investimento estão reportados na Figura 15. É possível observar um incremento do PIB especialmente nos estados da região sudeste. Alguns fatos que ajudam a explicar esse aumento estão relacionados à concentração industrial e integração logística. Ademais, em relação à concentração industrial, região sudeste abriga as maiores concentrações industriais do país, incluindo os setores automotivo, siderúrgico, químico, de alimentos e de mineração. Investimentos em ferrovias beneficiariam essas indústrias ao facilitar o transporte de matérias-primas e produtos acabados, reduzindo custos logísticos e aumentando a competitividade. Ainda, a região tem uma densidade populacional

significativamente maior em comparação com outras regiões do Brasil, com grandes áreas urbanas como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. Investimentos em ferrovias beneficiariam as áreas urbanas ao aliviar o congestionamento nas rodovias e reduzir a poluição do ar, proporcionando alternativas de transporte mais eficientes e sustentáveis.

Figura 15 - Efeitos do choque de investimento nos principais indicadores macroeconômicos por região (%)

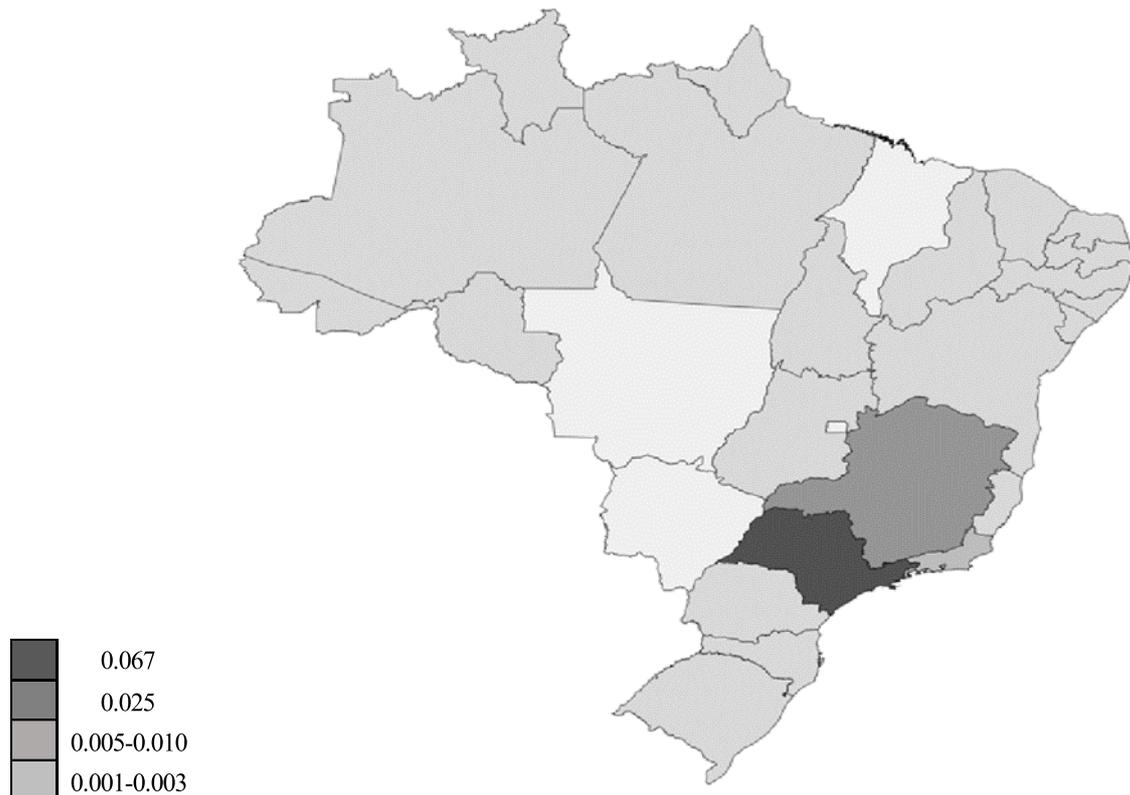


Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

A região sudeste possui uma infraestrutura ferroviária relativamente desenvolvida, com linhas férreas que conectam as principais cidades e áreas industriais, sendo um motivo viável e atrativo para investidores privados expandirem e modernizarem a infraestrutura ferroviária existente, ao contrário de construir novas linhas em outras regiões menos desenvolvidas. Ademais a região sudeste abriga alguns dos principais portos do Brasil. Investimentos em ferrovias podem melhorar a integração entre os terminais portuários e as áreas industriais, facilitando o transporte de cargas entre os portos e o interior do país.

Finalmente, a alta atividade industrial e comercial na região sudeste gera uma forte demanda por transporte de cargas, tanto para abastecer as indústrias locais quanto para exportar produtos para outros estados e países. A Figura 16 reporta os efeitos do choque de investimento no PIB das regiões do Brasil.

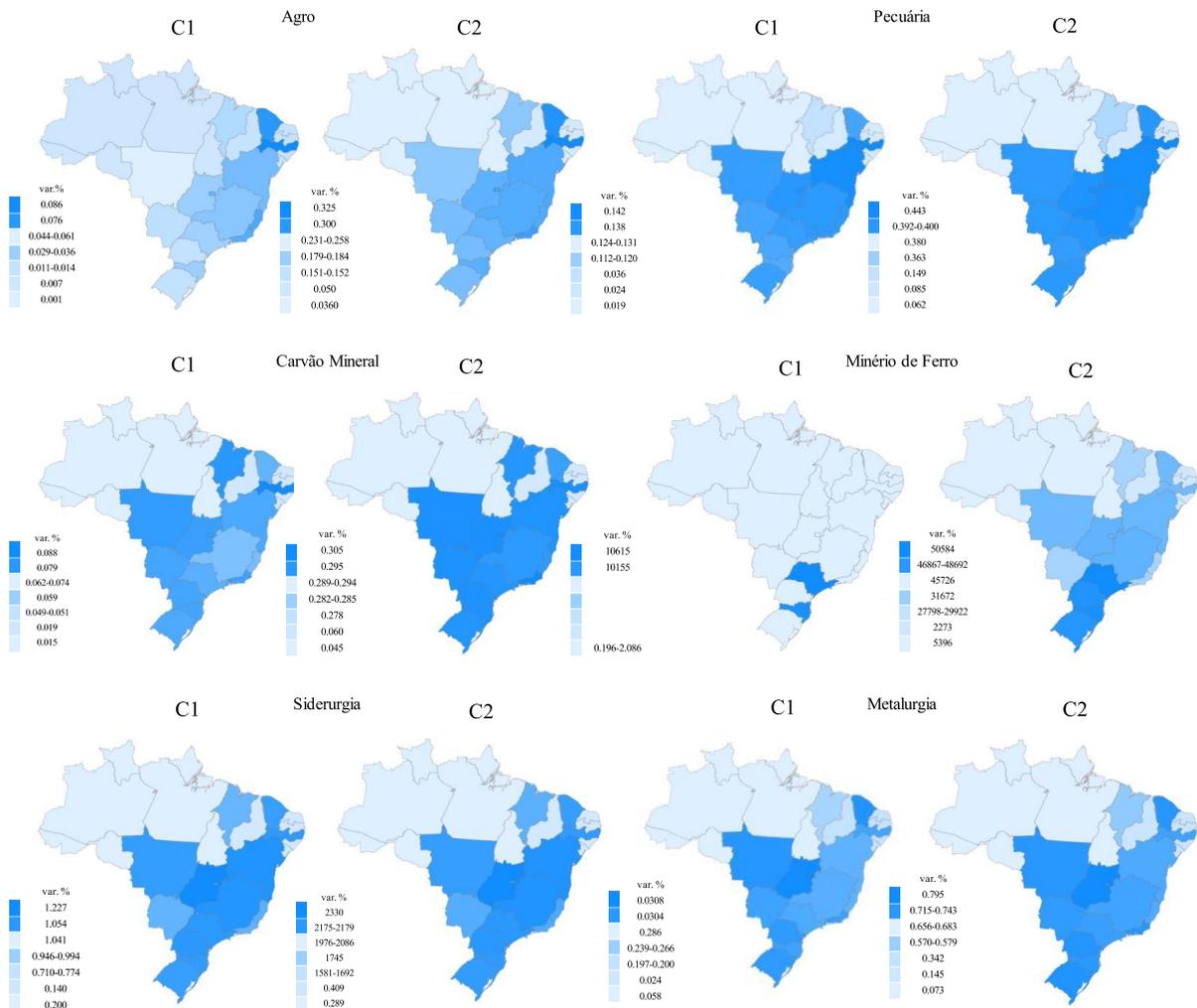
Figura 16 - Efeitos do choque de investimento no PIB das regiões (var. % acumulada)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Os setores que mais se beneficiariam são aqueles com maior interação com o transporte ferroviário, como o agro, pecuária, carvão mineral, minério de ferro, siderurgia e metalurgia, os quais experimentariam crescimento em termos de atividade econômica, geração de empregos e exportações. Por outro lado, foi possível observar uma redução nos níveis de preços e importações, enquanto o produto nacional se torna mais atrativo com a provável diminuição dos preços, destacando-se o minério de ferro. A Figura 17 ilustra a produção setorial por região no cenário 1 (C1) e cenário 2 (C2) simulados.

Figura 17 - Produção setorial por região (produção)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

A ilustração anterior destaca maiores atividades concentradas nas regiões sul, sudeste, centro-oeste e Pernambuco e Ceará, no nordeste. Essas regiões estão intimamente relacionadas aos setores destacados. Uma tabela completa com a produção setorial por região pode ser observada no APÊNDICE A.

O carvão se destaca, com grande parte do ganho total sendo absorvido pelo mercado local. Já o minério de ferro, voltado principalmente para a exportação, tem seus ganhos direcionados para o mercado externo, uma vez que a indústria nacional não o absorve em grande escala. O Brasil possui vastas reservas de minério de ferro, principalmente na região de Minas Gerais. A indústria de mineração contribui para geração de empregos para a balança comercial brasileira, enquanto as exportações de minério de ferro representam uma importante fonte de receita e ajudando a impulsionar o crescimento econômico. O Brasil é um dos principais

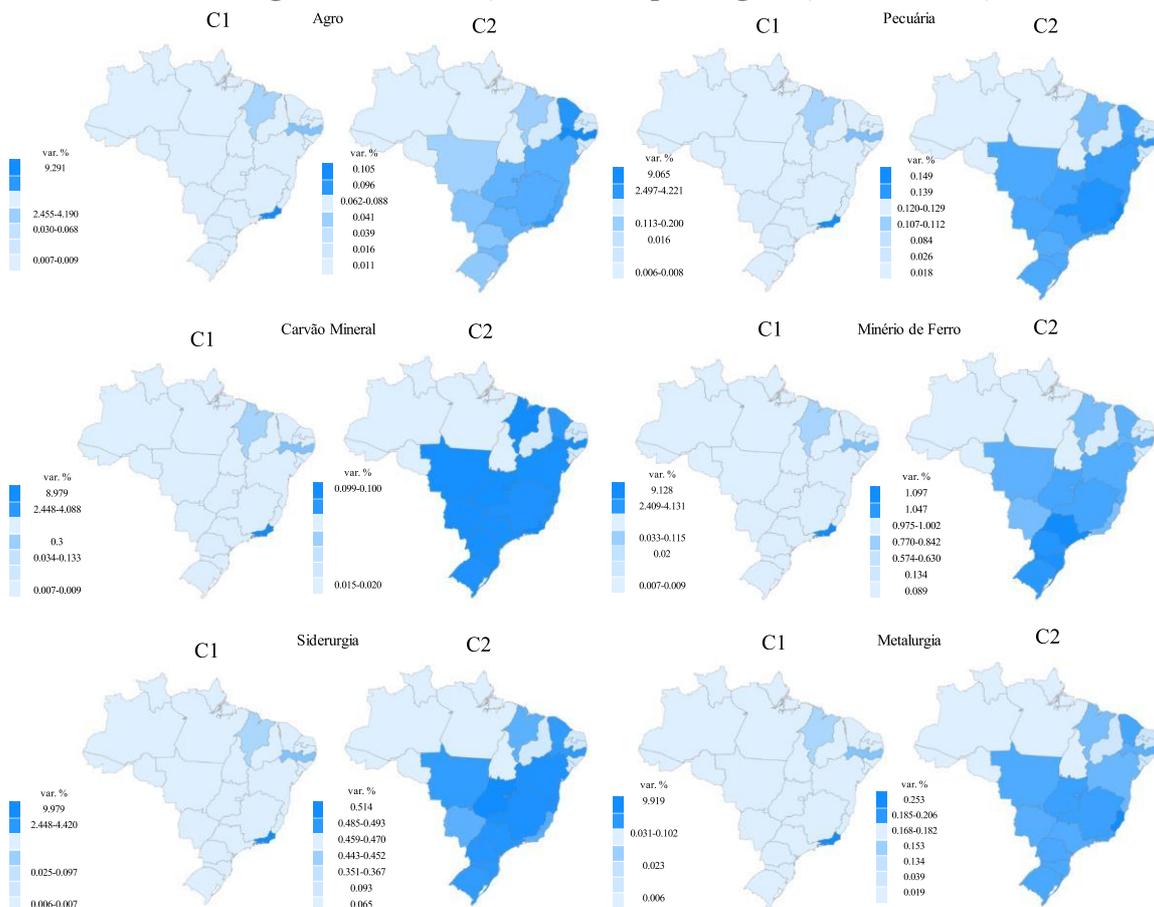
fornecedores globais de minério de ferro, atendendo à demanda de países como China, Japão e Coreia do Sul, que dependem desse recurso para sua indústria siderúrgica e construção civil.

Para as atividades de agricultura e pecuária, especialmente na região Centro-Oeste e Sul do Brasil, a infraestrutura ferroviária oferece uma forma mais rápida e eficiente de transportar produtos perecíveis, como grãos, frutas, verduras e carne, do campo para os centros de distribuição e portos de exportação. O transporte ferroviário pode ser mais econômico do que outros modos de transporte, como o rodoviário, especialmente para grandes volumes e longas distâncias. Isso beneficia os setores agro, carvão mineral, minério de ferro, siderurgia e metalurgia, que frequentemente lidam com grandes quantidades de matéria-prima e produtos acabados. Ademais, a infraestrutura ferroviária pode proporcionar acesso a áreas remotas e de difícil acesso, onde estão localizadas importantes reservas de minério de ferro e carvão mineral. Investimentos em ferrovias nessas regiões podem estimular a exploração e o desenvolvimento desses recursos naturais, beneficiando os setores de mineração, siderurgia e metalurgia.

Em termos de regiões, os investimentos em infraestrutura ferroviária tendem a beneficiar principalmente o Centro-Oeste e o Sul do Brasil, onde estão localizadas grandes áreas agrícolas e de produção pecuária, além de importantes reservas de minério de ferro e carvão mineral. Uma tabela completa com a produção setorial por região pode ser visualizada no APÊNDICE B. Os benefícios também podem se estender a outras regiões do país, dependendo da extensão e da eficácia dos projetos de infraestrutura ferroviária implementados. A Figura 18 ilustra os principais produtos por região no cenário 1 (C1) e cenário 2 (C2) simulados.

A interligação entre ferrovias e outros modos de transporte, como portos e terminais intermodais, permite uma integração mais eficiente da cadeia logística, facilitando o transporte de matérias-primas e produtos acabados entre diferentes regiões do país e para o exterior. O acesso a uma infraestrutura ferroviária eficiente pode atrair investimentos em uma variedade de setores, contribuindo para a diversificação da economia regional.

Figura 18 - Produção setorial por região (investimento)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Como o transporte ferroviário pode ser mais econômico do que outros modos de transporte, como o rodoviário, os investimentos trariam impacto na redução dos custos logísticos totais associados à exportação de produtos, tornando-os mais competitivos nos mercados internacionais.

Acerca das regiões, destaca-se a centro-oeste que é um importante centro de produção agrícola e pecuária, pode se beneficiar significativamente dos investimentos em infraestrutura ferroviária. Além disso, a região Centro-Oeste possui importantes reservas de minério de ferro, e os investimentos em ferrovias podem facilitar a exploração e o transporte desses recursos minerais.

O Sudeste se beneficiaria dos investimentos em infraestrutura ferroviária, especialmente nos setores de siderurgia e metalurgia. Uma infraestrutura ferroviária moderna e eficiente pode reduzir os custos de transporte de matérias-primas e produtos acabados, fortalecendo a competitividade das indústrias locais nos mercados internacionais. Além disso, o Sudeste abriga importantes portos de exportação, e os investimentos em ferrovias podem

melhorar a integração entre esses portos e as áreas industriais. Os estados do Sudeste, como Minas Gerais e São Paulo, possuem importantes indústrias de siderurgia e metalurgia, que dependem de matérias-primas como o minério de ferro e o carvão mineral para a produção de aço e outros metais. Importações desses insumos podem afetar a competitividade das indústrias locais se os preços internacionais forem mais baixos do que os disponíveis no mercado interno, entretanto o minério de ferro se comportaria de forma similar ao já discutido no choque de produção.

Além disso, algumas indústrias de siderurgia e metalurgia na região nordeste, com destaque para Pernambuco e Ceará podem depender de importações de minério de ferro e carvão mineral para suas operações.

As importações desembarcadas por região no Brasil podem ter diferentes impactos econômicos e comerciais, dependendo das características de cada região e dos produtos importados.

O sudeste recebe a maior parte das importações do país, especialmente nos portos de Santos (SP) e Rio de Janeiro (RJ). Essas importações incluem uma ampla variedade de produtos, desde bens de consumo até insumos industriais. Setores como eletrônicos, automotivo, químico e de máquinas e equipamentos são particularmente dependentes das importações para suprir demandas específicas e manter a competitividade. O Gráfico 5 reporta as variações percentuais das importações desembarcadas por região com o choque de produção.

Os portos de Paranaguá (PR) e Rio Grande (RS) são importantes pontos de entrada para importações na região sul do Brasil. Produtos como fertilizantes, produtos químicos, máquinas e equipamentos são comumente importados para atender às demandas industriais e agrícolas da região. Além disso, a indústria automotiva também é relevante na região sul, com algumas importações de peças e componentes.

Os portos de Suape (PE) e Salvador (BA) recebem uma parcela significativa das importações que chegam à região Nordeste. Essas importações podem incluir produtos como petróleo e derivados, equipamentos industriais, produtos químicos e materiais de construção. A região Nordeste também pode importar alguns produtos agrícolas, como trigo, para complementar a produção local.

Gráfico 5 - Importações desembarcadas por região (choque de produção)

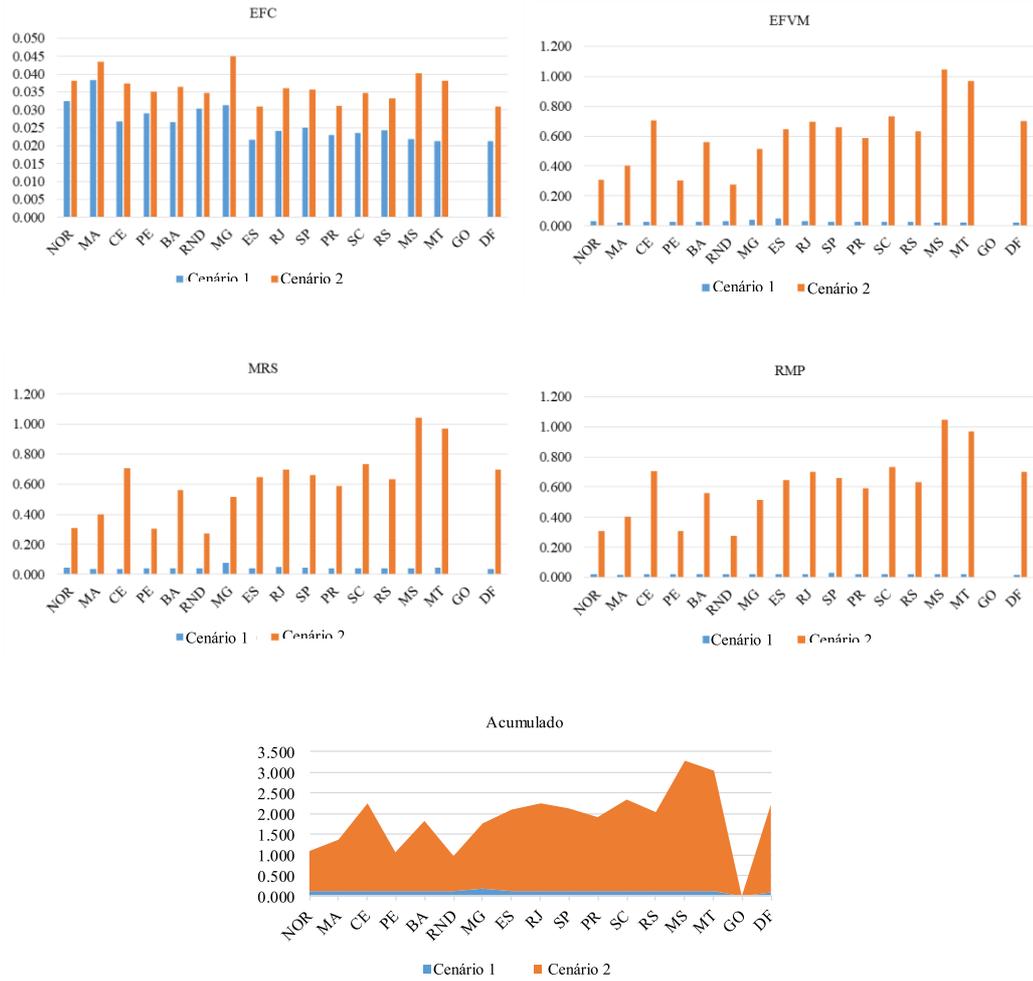


Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Os portos de Belém (PA) e Manaus (AM) são importantes pontos de entrada para importações na região norte do Brasil. Devido à sua localização estratégica, a região norte pode receber importações de uma variedade de produtos, incluindo alimentos, produtos eletrônicos, máquinas e equipamentos industriais. Além disso, alguns produtos específicos podem ser importados para atender às demandas locais, como produtos químicos para a indústria de mineração e energia.

As importações desembarcadas por região no Brasil refletem as demandas específicas e as características econômicas de cada área. Os produtos importados podem variar de acordo com as necessidades industriais, agrícolas e de consumo de cada região, influenciando o desenvolvimento econômico e comercial em todo o país. O Gráfico 6 reporta as variações nas importações com o choque de investimento.

Gráfico 6 - Importações desembarcadas por região (choque de investimento)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar os efeitos econômicos e regionais acerca dos aumentos em produção e investimentos no transporte ferroviário propostos pelas empresas concessionárias que tiveram seu contrato renovado antecipadamente. Por meio da aplicação de modelo de EGC, cuja ferramenta viabiliza isolar o efeito de determinado choque exógeno conseguiu-se detectar os efeitos, em termos percentuais, tanto nacionalmente quanto regionalmente no sistema de produção.

Esta dissertação é pioneira em realizar uma análise desse tipo. O propósito é fornecer subsídios para os debates e agendas econômicas governamentais, como as renovações antecipadas das concessões em vigor e os programas de expansão da produção e investimento.

As simulações de produção realizadas resultaram em um aumento na ordem de 0,25% no curto prazo e 0,55% no longo prazo para o PIB. No que se refere à balança comercial o resultado foi positivo para tanto para as exportações no curto prazo (0,15%) e longo prazo (0,49%) quanto para as importações (0,17% e 0,22%, respectivamente). Para o emprego observou-se aumento de 0,21% no curto prazo e de 0,45% no longo prazo. Quanto ao estoque de capital, o aumento foi de 0,15% no primeiro cenário e 0,44% no segundo cenário.

Para as simulações de investimento realizadas os resultados produziram um aumento na ordem de 0,10% no curto prazo e 0,18% no longo prazo para o PIB. No que tange à balança comercial o resultado foi discreto e positivo para as exportações no curto prazo (0,006%) e longo prazo (0,123%). Para as importações obteve-se 0,119% no primeiro cenário e 0,014% no segundo. Para o emprego observou-se incrementos de 0,10% e 0,16% no curto e longo prazo, respectivamente. Quanto ao estoque de capital, 0,098% de aumento no curto prazo, 0,21% no longo prazo.

Acerca dos resultados setoriais e regionais, as renovações antecipadas das concessões de transporte ferroviário no Brasil trariam benefícios na produção para os setores de Agro (Ceará e Pernambuco), Pecuária (Centro-oeste), Carvão mineral (Maranhão), Minério de ferro (São Paulo e região sul), Siderurgia e Metalurgia (Pernambuco, Ceará, Bahia, regiões sudeste, centro-oeste e sul). Em relação aos benefícios gerados pelos investimentos, o destaque fica para Pecuária (Espírito Santo), Carvão mineral (Rio de Janeiro), Siderurgia (Goiás) e Metalurgia (Espírito Santo).

Acerca do emprego setorial por região, com os benefícios gerados na produção, nota-se um aumento no setor de Agro no Ceará e Pernambuco; Pecuária na Bahia, Ceará, Pernambuco, regiões sudeste, centro-oeste, Paraná e Rio Grande do Sul; Carvão mineral no

Maranhão; Minério de ferro em São Paulo e no Paraná; Siderurgia e Metalurgia em Pernambuco, Ceará, Bahia, regiões sudeste, centro-oeste, Paraná e Rio Grande do Sul. Para investimentos ressalta-se os resultados da Pecuária no Espírito Santo, Carvão mineral no Rio de Janeiro e Minério de ferro em São Paulo.

Esses setores são os principais provedores de insumos para o transporte ferroviário brasileiro, explicando-se assim a significativa influência dos efeitos indiretos nas projeções setoriais. Portanto, essas projeções setoriais, embora estejam diretamente ligadas aos aspectos de absorção e estrutura de custos do transporte ferroviário, podem contribuir para a formulação e condução das estratégias associadas às metas de produção e investimento ferroviário no país.

Acerca das exportações por produto e porto, no que tange à produção, destaca-se a soja nas regiões centro-oeste, sudeste, sul, Pernambuco e Ceará; carvão mineral nas regiões do Rio Grande do Sul e Santa Catarina; minério de ferro em Minas Gerais e São Paulo; siderúrgicos em Minas Gerais e metalúrgicos no Rio Grande do Sul. É mister pontuar o papel que os portos desempenham nas exportações brasileiras. As regiões mencionadas estão inseridas nos principais corredores logísticos do Brasil e se conectam aos portos de exportação. Sobre o desempenho das exportações associadas aos choques de investimento, destaca-se a soja no Distrito Federal, região que vem logrando aumento na colheita desse grão. Ainda sobre benefícios dos investimentos, sobressai o minério de ferro em Minas Gerais, assim como os siderúrgicos.

Com aumentos na produção, em relação às importações, tem destaque com as maiores variações a soja em Pernambuco; carvão mineral no Paraná; siderúrgicos em Goiás, que pode ser explicado pela presença de quatro siderúrgicas na região, acompanhado também essa tendência os metalúrgicos. Com acréscimos em investimentos, destaca-se o carvão mineral no Paraná, além de siderúrgicos e metalúrgicos no Espírito Santo.

Com o intuito de otimizar os resultados e aprofundar o debate, esta pesquisa poderia ser atualizada, adotando os mesmos exercícios de simulação para empresas que renovarem seus contratos. Isso permitiria aproximar mais os resultados nacionais e regionais incorporando os efeitos complementares. Os resultados indicam que as concessões contribuiriam positivamente para a economia brasileira, conforme esperado dada a metodologia utilizada. Portanto, o mérito desta dissertação reside na capacidade de mapear a distribuição, transmissão e intensidade desses efeitos, contribuindo assim para as discussões acerca das próximas renovações. Com o tema das concessões novamente em destaque, esse tipo de pesquisa se torna atrativo tanto para os formuladores de políticas econômicas e setoriais do país quanto para as próprias empresas

concessionárias de transporte ferroviário, podendo esses resultados positivos auxiliar na elaboração de decisões e estratégias de planejamento político e econômico no Brasil.

REFERÊNCIAS

ARROW, K. J.; DEBREU, G. Existence of an equilibrium for a competitive economy. *Econometrica*, v. 22, p. 265-90, 1954.

ANTT. Ferrovias. Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/ferrovias>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

ANTT. Contratos de concessão e aditivos. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/ferrovias/concessoes-ferroviarias/vale-estrada-de-ferro-vitoria-a-minas/contrato-de-concessao-e-aditivos/termo-aditivo-ao-contrato-efvm-anexos-2-a-8-e-10-a-11.pdf/view>>. Acesso em: 11 nov. 2023.

ANTT. Contratos de concessão e aditivos. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/ferrovias/concessoes-ferroviarias/vale-estrada-de-ferro-carajas/contrato-de-concessao-e-aditivos/termo-aditivo-no-03-ao-contrato-efc-anexos-2-a-10.pdf/view>>. Acesso em: 11 nov. 2023.

ANTT. Contratos de concessão e aditivos. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/ferrovias/concessoes-ferroviarias/rumo-malha-paulista-s-a/contrato-de-concessao-e-aditivos/anexos-9-a-12-2o-termo-aditivo-ao-contrato-de-concessao.pdf/view>. Acesso em: 11 nov. 2023.

ANTT. Contratos de concessão e aditivos. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/ferrovias/concessoes-ferroviarias/mrs-logistica-s-a/contrato-de-concessao-e-aditivos/4o-termo-aditivo-mrs.pdf/view>. Acesso em: 11 nov. 2023.

ASSAD, A. A., Models for trail transportation. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 14, 205-220. 1980.

ASSIS, A. C. V.; SILVA, C. A.; MARCHETTI, D. S.; DALTO, E. J.; RIOS, E. C. S. D.; FERREIRA, M. A. *Ferrovias de carga brasileiras: uma análise setorial*. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 46, p. 79-126, set. 2017.

BAHNOT, N.; SINGH, H. *Benchmarking the performance indicators of Indian Railway container business using data envelopment analysis*. *Benchmarking: An International Journal*, v. 21, n. 1, p. 101-120, 2014.

BANISTER, D. BERECHMAN, Y. Transport Investment and the Promotion on Economic Growth. *Journal of Transport Geography*, 9, 209-218. 2001.

BETARELLI JUNIOR, A. A. *Um modelo de equilibrio geral com retornos crescentes de escala, mercados imperfeitos e barreiras à entrada: Aplicações para setores regulados de transporte no Brasil*. 2013. 366 f. Tese (Doutorado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/UFMG), 2013.

BETARELLI JUNIOR, A. A., BASTOS, S. Q. DE A., & PEROBELLI, F. S. Interações e encadeamentos setoriais com os modais de transporte: uma análise para diferentes destinos das exportações brasileiras. *Economia Aplicada*, 15(2), 223-258. 2011.

BETARELLI JUNIOR, A. A.; PEROBELLI, F. S.; FARIA, W. R.; SILVA, M. V. A.; VALE, V. A.; CUNHA, R. G.; ARAUJO JUNIOR, I. F. *Expansões logísticas, competitividade e efeitos regionais: os casos dos setores ferroviário e portuário na política comercial brasileira*. Brasília, 2019.

BETARELLI JUNIOR, A. A.; REZENDE, T. A.; PEROBELLI, F. S.; FARIA, W. R.; MONTENEGRO, R. L. G. Transportes, estrutura produtiva e composição de requerimentos: a dependência setorial e regional nas principais economias mundiais. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 50, p. 77-94, 2019.

BETARELLI JUNIOR, A. A.; DOMINGUES, E. P.; HEWINGS, G. J. D. Transport policy, rail freight sector and market structure: The economic effects in Brazil. *Transportation Research Part A*, v.135, p. 1-23, 2020.

BOEHM, M.; ARNZ, M.; WINTER, J. The potential of high-speed rail freight in Europe: how is a modal shift from road to rail possible for low-density high value cargo? *European Transport Research Review*, (2021), 4, 13 (1). 2021.

BOONPANYA, T.; MASUI, T. Assessing the economic and environmental impact of freight transport sectors in Thailand using computable general equilibrium model. *Journal of Cleaner Production*, v. 280, p. 124271, 2021.

BRANCO, José Eduardo Castello. A Expansão da Malha Ferroviária no Brasil. *V Brasil nos trilhos*. Disponível em: < https://www.antf.org.br/wp-content/uploads/2017/01/jose_eduardo_castello_branco-valec.pdf> Acesso em: 15 mai. 2023.

CAMPOS, J.; CANTOS, P.; *Rail transport regulation*. Economic Development Institute of the World Bank. World Bank, 1999.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). *Pesquisa CNT de Ferrovias 2015*. Brasília: CNT, 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). *Pesquisa Ferroviária CNT 2006*. Brasília: CNT, 2007.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). *O Sistema Ferroviário Brasileiro*. Transporte e Economia. Brasília, 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Disponível em: < <http://www.dnit.gov.br/>>. Acesso em: 29 mai. 2023.

DIXON, P.B., JORGENSON, D.W. An introduction to CGE modeling, p. 01-22 in Dixon, P.B. ; Jorgenson, D.W. (editors) *Handbook of Computable General Equilibrium Modeling*, Elsevier, 2013.

DOMINGUES, E. P. *Dimensão regional e setorial da integração brasileira na Área de Livre Comércio das Américas*. 2002. 22 f. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP), São Paulo, 2002.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA – EPL. *Relatório Executivo: Plano Nacional de Logística 2035*. Brasília, 2020. Disponível em: < https://ontl.epl.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/PNL_2035_Relatorio_Executivo.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2023.

GUERRA NETO. P. P. *Evolução dos contratos das concessões de ferrovias*. Brasília, 2019.

GOMES, L. S. *A regulação do serviço público adequado de transporte ferroviário de cargas por indicadores de desempenho*. Brasília, 2019.

HADDAD, E. A. *Regional inequality and structural changes: lessons from the Brazilian experience*. Aldershot: Ashgate, 1999.

HADDAD, E. A.; DOMINGUES, E. P. EFES: Um modelo aplicado de equilíbrio geral para a economia brasileira: projeções setoriais para 1999-2004. *Estudos Econômicos*. São Paulo, 31 (1): 89-125, jan-mar. 2001.

HERMIDA, C. C. *Padrão de especialização comercial e crescimento econômico: uma análise sobre o Brasil no contexto da fragmentação da produção e das cadeias globais de valor*. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, n.47, p.[9]-66, jun. 2017.

HIRSCHMAN, A. *Estratégia do desenvolvimento econômico*. Rio de Janeiro: Fundo de cultura, 1961. In: CRUZ, B. O.; FURTADO, B. A.; MONASTERIO, L.; RODRIGUES JÚNIOR, W. (orgs.) *Economia Regional e Urbana – Teorias e métodos com ênfase no Brasil*. Brasília, IPEA, 2011

HORRIDGE, M. (2012). The TERM model and its database. In G. Wittwer (Ed.), *Economic modeling of water: The Australian CGE Experience* (pp. 13–35). Springer. 2012.

HORRIDGE, M. et al. *GEMPACK User Manual*. [s.l.] GEMPACK Software, 2019.

IBGE. *Matriz de Insumo-Produto: Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1997. v. 18

IBGE. *Pesquisa Anual de Serviços*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/150/pas_2015_v17_notas_tecnicas.pdf>. Acesso em: 20 maio.2023.

JACOBS, J. *The economy of cities*. New York: Random House, 1969.

JEEVAN, J.; NOTTEBOOM, T.; ROZAR, N.; MOHD, S.; NURUL, H.; MENHAT, M.; NGAH, A.; MD HANAFIAH, R.; MOHD ZAIDEEN, I. Integration of rail freight with dry ports: A route for seaport regionalisation. *Research in Transportation Business & Management*. 2022

KASU, B. B. *Rail Rebound: The Impact of Freight Rails on Regional Development in the United States, 1970-2010*. 2017.

LANG, A. E.; *As ferrovias no brasil e avaliação econômica de projetos: uma aplicação em projetos ferroviários*. Brasília, 2007. 154f. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Universidade de Brasília, 2007.

LAHR, M.; MESNARD, L. Biproportional Techniques in Input-Output Analysis: Table Updating and Structural Analysis. *Economic Systems Research*, v. 16, n. 2, p. 115–134, jun. 2004.

LEE, H.; KIM, H. The impacts of rail freight rate changes on regional economies, modal shift, and environmental quality in Korea. *International Journal of Urban Sciences*, (2018), 517-528, 22 (4). 2018.

LOUREIRO, G. K. Monopólio e serviço público nas Constituições brasileiras (1891-1934). *Revista de direito administrativo*, Rio de Janeiro, v. 256, p. 47- 93, jan./abr. 2011.

LOWE, D. Inland waterway, short-sea, and coastal shipping. In *Intermodal FreightTransport* (pp. 92–108). Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann. 2005.

MALLIDIS, I.; DEKKER, R.; VLACHOS, D. The impact of greening on supply chain design and cost: A case for a developing region. *Journal of Transport Geography*, v. 22, p. 118–128, 2012.

MARCHETTI, D.; WANKE, P. Brazil's rail freight transport: efficiency analysis using twostage DEA and cluster-driven public policies. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 59, p. 26-42, 2017.

MEERSMAN, H. et al. Challenges and future research needs towards international freight transport modelling. *Case Studies on Transport Policy*, v. 4, n. 1, p. 3–8, 2016.

MEERSMAN, H.; VAN DE VOORDE, E. *The Relationship between Economic Activity and Freight Transport*. Freight Transport Modelling. United Kingdom: Emerald Group, 2013.

MEERSMAN, H.; SYS, C.; TROCH, F.; VAN DE VOORDE, E.; VANELSLANDER, T. The indirect economic impact of rail freight transport: An input–output case study for Belgium. *Case Studies on Transport Policy*, (2022), 1353-1365, 10 (2). 2022

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. *Input-output analysis: foundations and extensions*. 2nd. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

MOSTERT, J.; HEERDEN, J. A Computable General Equilibrium (CGE) Analysis of the Expenditure on Infrastructure in the Limpopo Economy in South Africa. *International Advances in Economic Research*. 2015.

MORAES, G. I. *Efeitos econômicos de cenários de mudança climática na agricultura brasileira: um exercício a partir de um modelo de equilíbrio geral computável*. 2010. 267 p. Tese (Doutorado em Ciências, Economia Aplicada) – Universidade de São Paulo/ESALQ, Piracicaba, 2010.

NJOH, A. J. The development theory of transportation infrastructure examined in the context of central and West Africa. *The Review of Black Political Economy*, v. 36, n. 3-4, p. 227-243, 2009.

NORTH, D. Teoria da localização e crescimento econômico regional. In: SCHWARTZMANN, J. *Economia Regional e urbana: textos escolhidos*. Belo Horizonte: UFMG, p. 333-343, 1977.

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA (ONTL); EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S.A. (EPL). *Boletim de logística: a retomada dos investimentos ferroviários para aumentar a eficiência da matriz de transportes*. 2021. Disponível em: <https://ontl.infrasa.gov.br/wp-content/uploads/2023/03/Setor-Ferrovuario-Brasileiro.pdf>. Acesso em: 11 de outubro de 2023.

OLIVEIRA, M. C.; MORAES, G. I.; PORTO JUNIOR, S. S. Impactos micro e macroeconômicos da ferrovia de integração oeste leste no Estado da Bahia na perspectiva de um modelo EGC. In: *XVIII ENABER – Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos – ENABER*, 2020

OLYNTHO, C. P. *Soluções de Otimização da Eficiência Energética de uma Ferrovia de Carga: o caso da Estrada de Ferro Carajás – EFC*. Dissertação (mestrado) – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

PERROUX, F. O Conceito de Polos de Crescimento. In: SCHWARTZMAN, J. *Economia Regional: Textos Escolhidos*. Belo Horizonte, CEDEPLAR, 1977.

PRATT, S. Tourism Yield of Different Market Segments: A Case Study of Hawaii. *Tourism Economics*, v. 18, n. 2, p. 373–391, abr. 2012.

PROQUE, A. L. *Estrutura produtiva, renda e consumo: os efeitos econômicos da cide e contrapartidas ao transporte rodoviário de passageiros no Brasil*. Tese de Doutorado. Juiz de Fora, Brasil. Universidade Federal de Juiz de Fora. 2019.

- RIBEIRO, G. *Impactos econômicos dos ganhos de produtividade do setor ferroviário de carga brasileiro*. 2018. 29 f. Monografia - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018
- SANTOS, C.V. *Política tributária, nível de atividade econômica e bem-estar: lições de um modelo de equilíbrio geral inter-regional*. 2005. 139 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- SILVA; G. J. C.; ALMEIDA, F. F. Cadeias Globais De Valor Em Um Modelo Multissetorial De Crescimento: Uma análise Do Setor De Equipamento De Transporte. *Revista Econômica Do Nordeste* 47 (3):130-49. 2017.
- SILVA, F. G. F.; MACAMBIRA, J. K.; ROCHA, C. H. Medindo a eficiência produtiva do transporte por ferrovias brasileiras: uma aplicação dos modelos DEA e TOBIT. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 49, n. 3, p. 153-186, 2019.
- SIQUEIRA, R P. sidrar: Na interface to IBGE’s SIDRA API. [s.1: s.n.]. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=sidrar>.
- SHIROV, A.A; SAPOVA, N.N.; UZYAKOVA, E.S.; UZYAKOV, R.M. Comprehensive Forecast of Demand for Inter-regional Rail Freight Transport. *Economy of Region*, (2021), 1-15, 17(1). 2021.
- SOUSA, R. A.; PRATES, H. F. O processo de desestatização da RFFSA: principais aspectos e primeiros resultados. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, v.4, n.8 , p. [119]-141. 1997.
- SOUZA, R. T. R. DE; PROQUE A. L.; RIBEIRO, C. S.; BETARELLI JUNIOR, A. A. Transporte ferroviário de cargas e atividade econômica: uma análise a partir dos multiplicadores de produção, renda e emprego. *Revista De Desenvolvimento E Políticas Públicas*, 5(1), 3–24. 2021.
- TAVASSZY, A.; SMEENK, B.; RUIJGROK, J. *A DSS for modelling logistic chains in freight transport policy analysis*. International Transactions in Operational Research, 1998.
- TOYOSHIMA, S.; FERREIRA, M. J. Encadeamentos do setor de transportes na economia brasileira. *Planejamento e Políticas Públicas*, n. 25, p. 139-166. 2002.
- VERIKIOS, G.; ZHANG, X. – Microeconomic reform and income distribution: the case of australian ports and rail freight. *Contemporary Economic Policy*, (2015), 145-175, 33 (1). 2015.
- VIEIRA, R. R. T. *Autorizações ferroviárias no Brasil: desafios do novo modelo*. Brasília, 2022.
- WANKE, P. F.; BARROS, C. P. *Brazil's Rail Freight Transport: Efficiency Analysis Using Two-Stage DEA and Cluster-Driven Public Policies*. COPPEAD. UFRJ. 2015.

ZHANG, L.; SCHIMANSKI, S. *As Cadeias Globais de Valor e os Países em Desenvolvimento*. 2014.

APÊNDICE A - Produção setorial por região (acumulado) - produção

		Agro	Pequi	ExplCarvoaM	PetroGa	MinFerr	OutEstr	Alim	CeluPMaRefPetBio	Quim	PConstr	Sider	Metalurg/aaqEqVe	IndDiv	Comercio	FFC	EFPO	EFVM	FCA	FNSTN	FTC	FTL	MRS	RMN	RMO	RMP	RMS	TTRodo	TAqua	OfTrAmr	ServDiv		
NOR	CP	0.052	0.135	0.103	0.101	1.369	0.917	0.160	0.105	0.088	0.141	0.202	0.983	0.167	0.222	0.233	0.196	219917	0.107	321292	0.200	0.053	0.081	0.096	280124	0.101	0.573	60411	0.087	0.113	0.092	0.137	0.185
	LP	0.252	0.437	0.312	0.299	15911	15151	0.472	0.388	0.290	0.379	0.549	2.023	0.508	0.475	0.472	0.495	544859	0.366	840070	0.574	0.334	0.301	0.401	653444	0.371	1.348	162747	0.340	0.346	0.379	0.432	0.456
MA	CP	0.019	0.036	0.079	-0.031	1.327	0.427	-0.018	0.081	-0.145	0.054	0.130	0.710	0.098	-0.205	-0.169	-0.329	219917	0.144	321292	0.241	0.088	0.106	0.125	280124	0.140	0.640	60411	0.127	-10470	-0.026	-0.221	-0.124
	LP	0.152	0.149	0.278	0.076	15588	1.072	0.010	0.303	-0.176	0.181	0.306	1.581	0.342	-0.331	-0.288	-0.575	545093	0.381	840597	0.597	0.350	0.302	0.395	653714	0.387	1.405	162791	0.358	-25158	0.065	-0.530	-0.280
CE	CP	0.076	0.112	0.059	0.084	1.573	0.051	0.169	0.182	0.049	0.066	0.162	0.949	0.286	0.256	0.149	0.172	219917	0.119	321292	0.192	0.056	0.063	0.095	280124	0.112	0.563	60411	0.103	0.089	0.067	0.145	0.169
	LP	0.300	0.400	0.253	0.259	28509	0.270	0.478	0.512	0.218	0.241	0.453	1.968	0.718	0.494	0.413	0.443	545337	0.398	840892	0.553	0.348	0.268	0.404	654125	0.394	1.315	162793	0.369	0.292	0.344	0.436	0.438
PE	CP	0.086	0.142	0.088	0.044	1.523	0.042	0.181	0.183	0.013	0.151	0.171	0.981	0.239	0.229	0.195	0.193	219917	0.124	321292	0.175	0.056	0.074	0.093	280123	0.115	0.470	60411	0.111	0.119	0.061	0.151	0.184
	LP	0.325	0.443	0.295	0.211	27798	0.264	0.518	0.521	0.133	0.400	0.491	2.013	0.632	0.482	0.488	0.489	545232	0.415	840854	0.525	0.352	0.309	0.403	654299	0.406	1.139	162726	0.394	0.373	0.340	0.473	0.492
BA	CP	0.044	0.138	0.067	0.027	1.678	0.742	0.165	0.082	-0.006	0.076	0.175	1.054	0.200	0.221	0.177	0.160	219917	0.117	321292	0.185	0.053	0.065	0.091	280124	0.109	0.489	60411	0.100	0.086	0.033	0.135	0.178
	LP	0.238	0.434	0.285	0.174	29922	12016	0.484	0.371	0.103	0.279	0.505	2.175	0.579	0.473	0.452	0.436	545167	0.392	840693	0.542	0.339	0.284	0.393	654179	0.388	1.176	162754	0.366	0.314	0.286	0.429	0.484
RND	CP	0.054	0.122	0.097	0.047	1.463	0.181	0.164	0.175	0.045	0.079	0.158	0.998	0.290	0.236	0.156	0.159	219917	0.124	321292	0.182	0.060	0.072	0.094	280124	0.115	0.507	60411	0.109	0.072	0.043	0.133	0.153
	LP	0.251	0.423	0.301	0.211	26980	0.560	0.466	0.509	0.198	0.277	0.442	2.047	0.724	0.486	0.410	0.412	545298	0.403	840901	0.529	0.352	0.292	0.396	654286	0.399	1.198	162769	0.380	0.254	0.289	0.406	0.399
MG	CP	0.036	0.125	0.049	0.038	1.808	0.610	0.162	0.122	-0.065	0.081	0.184	1.041	0.208	0.247	0.178	0.212	219917	0.104	321292	0.256	0.044	0.048	0.084	280124	0.094	0.619	60411	0.086	0.011	0.056	0.106	0.192
	LP	0.231	0.431	0.270	0.235	31914	1.540	0.510	0.459	0.038	0.310	0.555	2.179	0.625	0.535	0.487	0.564	545551	0.395	850846	0.719	0.346	0.273	0.406	653818	0.388	1.452	162783	0.369	0.196	0.364	0.428	0.534
ES	CP	0.061	0.125	0.051	0.037	1.264	0.003	0.125	0.062	-0.069	0.086	0.154	0.774	0.197	0.114	0.073	0.013	219917	0.139	321292	0.235	0.076	0.062	0.115	280124	0.130	0.740	60411	0.120	-0.410	0.039	0.004	0.020
	LP	0.235	0.363	0.268	0.234	15106	0.169	0.367	0.325	0.024	0.267	0.431	1.745	0.570	0.276	0.258	0.203	545345	0.401	840719	0.612	0.350	0.240	0.406	654432	0.396	1.649	162771	0.374	-10346	0.259	0.150	0.151
RJ	CP	0.058	0.124	0.073	0.013	1.374	0.057	0.154	0.173	-0.008	0.091	0.120	0.746	0.252	0.226	0.159	0.174	219917	0.107	321292	0.192	0.047	0.044	0.088	280124	0.098	0.694	60411	0.089	0.064	0.022	0.102	0.151
	LP	0.265	0.421	0.305	0.227	16103	0.336	0.492	0.546	0.153	0.322	0.414	1.692	0.713	0.500	0.434	0.486	545548	0.390	841254	0.571	0.342	0.253	0.402	654776	0.384	1.593	162791	0.365	0.298	0.287	0.393	0.451
SP	CP	0.026	0.120	0.062	0.034	10615	0.062	0.138	0.128	0.029	0.099	0.138	0.994	0.222	0.227	0.185	0.159	219917	0.097	321292	0.157	0.037	0.052	0.083	280123	0.085	0.426	60411	0.084	0.095	0.028	0.114	0.169
	LP	0.211	0.404	0.282	0.243	50584	0.362	0.464	0.467	0.213	0.341	0.473	2.076	0.656	0.537	0.489	0.455	545148	0.388	841079	0.514	0.340	0.292	0.406	654754	0.376	1.058	162760	0.372	0.364	0.314	0.419	0.503
PR	CP	0.012	0.108	0.069	0.048	2.164	0.159	0.110	0.090	0.042	0.057	0.144	1.002	0.266	0.226	0.173	0.140	219917	0.099	321291	0.144	0.040	0.065	0.088	280123	0.087	0.415	60411	0.079	0.081	0.056	0.130	0.171
	LP	0.184	0.380	0.289	0.249	46867	0.543	0.406	0.391	0.228	0.250	0.460	2.080	0.727	0.530	0.480	0.417	544910	0.378	840874	0.471	0.330	0.306	0.404	654562	0.364	1.025	162764	0.352	0.328	0.347	0.453	0.490
SC	CP	0.029	0.103	0.070	0.077	10155	0.074	0.109	0.078	0.032	0.131	0.139	0.971	0.245	0.233	0.155	0.154	219917	0.094	321291	0.138	0.035	0.060	0.084	280123	0.083	0.396	60411	0.075	0.094	0.052	0.131	0.180
	LP	0.221	0.394	0.290	0.293	48692	0.382	0.423	0.388	0.221	0.381	0.477	2.036	0.703	0.551	0.459	0.464	545166	0.380	841189	0.471	0.334	0.305	0.404	654810	0.368	0.990	162784	0.357	0.372	0.364	0.495	0.541
RS	CP	0.012	0.118	0.066	0.051	2.086	0.052	0.132	0.099	0.042	0.073	0.133	0.946	0.266	0.200	0.134	0.138	219917	0.097	321291	0.141	0.042	0.067	0.087	280123	0.089	0.419	60411	0.073	0.094	0.076	0.128	0.167
	LP	0.179	0.394	0.283	0.251	45726	0.325	0.449	0.420	0.231	0.287	0.452	1.992	0.743	0.510	0.430	0.437	545101	0.368	841124	0.457	0.325	0.304	0.393	654836	0.362	1.022	162788	0.338	0.366	0.382	0.443	0.497
MS	CP	0.014	0.112	0.069	0.052	1.308	-0.001	0.127	0.084	0.036	0.053	0.147	0.736	0.246	0.236	0.154	0.140	219917	0.102	321292	0.157	0.045	0.070	0.088	280123	0.092	0.494	60411	0.063	0.074	0.051	0.109	0.166
	LP	0.181	0.395	0.290	0.252	15449	0.202	0.434	0.376	0.247	0.242	0.467	1.653	0.683	0.536	0.449	0.422	545055	0.379	840828	0.496	0.337	0.318	0.403	654541	0.376	1.184	162761	0.327	0.316	0.332	0.404	0.464
MT	CP	0.001	0.120	0.076	0.061	1.580	0.781	0.138	0.107	0.037	0.023	0.150	0.959	0.278	0.238	0.168	0.135	219917	0.108	321292	0.179	0.054	0.082	0.096	280123	0.102	0.562	60411	0.080	0.064	0.064	0.122	0.160
	LP	0.151	0.392	0.293	0.252	28518	12717	0.440	0.407	0.224	0.174	0.446	1.976	0.715	0.511	0.446	0.393	545029	0.377	840539	0.530	0.342	0.328	0.407	654180	0.383	1.319	162759	0.342	0.269	0.344	0.414	0.429
GO	CP	0.029	0.128	0.074	0.049	1.796	0.722	0.155	0.157	0.028	0.119	0.173	1.127	0.304	0.253	0.183	0.182	219917	0.103	321292	0.177	0.046	0.066	0.084	280123	0.093	0.584	60411	0.080	0.103	0.058	0.127	0.186
	LP	0.217	0.417	0.294	0.248	31672	11753	0.488	0.498	0.236	0.379	0.529	2.330	0.795	0.520	0.498	0.492	545406	0.392	841059	0.554	0.350	0.322	0.409	654746	0.390	1.380	162786	0.363	0.374	0.366	0.454	

APÊNDICE B - Produção setorial por região (acumulado) - investimento

		Agro	²ecuPExpI	CarvaoM	PetroGa	MinFerr	OutExtr	Alim	CeluPMa	RefPetBio	Quim	PConstr	Sider	Metalurg	taqEqVei	IndDiv	Comercic	EFC	EFPO	EFVM	FCA	FNSTN	FTC	FTL	MRS	RMN	RMO	RMP	RMS	TRRod	TAqua	OTrArm	ServDiv
NOR	CP	0.016	0.048	0.045	0.068	0.240	0.157	0.051	0.038	0.058	0.051	0.065	0.223	0.042	0.074	0.099	0.064	2.455	0.036	4.190	0.058	0.034	0.039	0.047	9.291	0.035	0.135	0.049	0.030	0.068	0.032	0.055	0.068
	LP	0.076	0.127	0.102	0.150	0.620	0.412	0.128	0.119	0.142	0.111	0.148	0.452	0.130	0.138	0.145	0.138	6.738	0.109	9.373	0.152	0.104	0.103	0.131	12.395	0.111	0.339	0.130	0.107	0.166	0.124	0.137	0.131
MA	CP	-0.013	0.046	0.039	0.161	0.221	0.060	0.030	0.023	0.072	0.014	0.077	0.152	0.037	0.288	0.110	0.109	2.497	0.032	4.221	0.056	0.028	0.031	0.042	9.065	0.031	0.136	0.044	0.029	0.200	0.008	0.064	0.113
	LP	0.041	0.084	0.099	0.308	0.601	0.237	0.030	0.120	0.213	0.073	0.172	0.351	0.134	0.405	0.148	0.153	6.758	0.122	9.245	0.168	0.116	0.112	0.147	11.865	0.124	0.360	0.145	0.124	0.602	0.133	0.147	0.158
CE	CP	0.031	0.045	0.035	0.073	0.290	0.030	0.056	0.068	0.059	0.024	0.062	0.219	0.086	0.123	0.065	0.064	2.448	0.039	4.088	0.058	0.033	0.034	0.046	8.979	0.038	0.133	0.049	0.035	0.070	0.030	0.059	0.064
	LP	0.096	0.121	0.090	0.157	0.722	0.096	0.130	0.152	0.151	0.072	0.135	0.445	0.191	0.183	0.137	0.133	6.712	0.115	9.270	0.150	0.106	0.098	0.135	12.070	0.119	0.331	0.134	0.117	0.167	0.127	0.141	0.129
PE	CP	0.037	0.055	0.042	0.068	0.278	0.030	0.056	0.064	0.067	0.057	0.064	0.229	0.073	0.084	0.070	0.065	2.416	0.041	4.099	0.056	0.037	0.036	0.048	9.056	0.041	0.115	0.052	0.040	0.063	0.030	0.061	0.065
	LP	0.105	0.129	0.097	0.161	0.697	0.095	0.134	0.147	0.163	0.117	0.141	0.452	0.168	0.143	0.140	0.136	6.639	0.121	9.378	0.143	0.108	0.105	0.136	12.366	0.121	0.291	0.135	0.121	0.148	0.121	0.146	0.134
BA	CP	0.014	0.049	0.035	0.065	0.315	0.132	0.054	0.025	0.066	0.023	0.062	0.236	0.054	0.105	0.070	0.060	2.409	0.039	4.131	0.056	0.033	0.033	0.047	9.128	0.037	0.115	0.049	0.034	0.058	0.020	0.057	0.065
	LP	0.073	0.126	0.097	0.165	0.770	0.359	0.132	0.110	0.167	0.083	0.145	0.485	0.153	0.172	0.141	0.136	6.424	0.117	9.055	0.147	0.106	0.098	0.136	11.903	0.115	0.297	0.133	0.117	0.149	0.115	0.147	0.142
RND	CP	0.019	0.049	0.044	0.063	0.263	0.047	0.053	0.067	0.059	0.025	0.062	0.231	0.086	0.114	0.066	0.062	2.455	0.040	4.147	0.055	0.035	0.035	0.047	9.112	0.038	0.121	0.050	0.037	0.064	0.028	0.057	0.064
	LP	0.079	0.128	0.099	0.156	0.670	0.145	0.125	0.154	0.149	0.083	0.135	0.464	0.194	0.181	0.134	0.129	6.697	0.120	9.390	0.145	0.108	0.103	0.137	12.309	0.117	0.304	0.134	0.118	0.156	0.125	0.139	0.126
MG	CP	0.011	0.051	0.030	0.054	0.344	0.120	0.055	0.051	0.101	0.029	0.079	0.233	0.084	0.173	0.098	0.119	2.460	0.029	4.174	0.067	0.026	0.024	0.039	9.007	0.027	0.139	0.040	0.025	0.130	0.031	0.073	0.112
	LP	0.075	0.139	0.095	0.157	0.842	0.337	0.150	0.158	0.223	0.102	0.187	0.493	0.205	0.252	0.187	0.219	6.596	0.123	8.977	0.193	0.113	0.104	0.142	11.523	0.122	0.364	0.139	0.122	0.273	0.155	0.190	0.211
ES	CP	0.016	0.059	0.030	0.030	0.205	0.000	0.041	0.001	0.070	0.035	0.053	0.148	0.110	0.194	0.112	0.115	2.475	0.029	4.246	0.054	0.026	0.020	0.039	9.463	0.027	0.156	0.040	0.026	0.161	0.007	0.054	0.112
	LP	0.080	0.149	0.095	0.135	0.574	0.084	0.121	0.113	0.197	0.115	0.162	0.367	0.253	0.293	0.212	0.234	6.609	0.129	9.266	0.173	0.118	0.101	0.149	12.311	0.127	0.410	0.144	0.130	0.423	0.132	0.186	0.216
RJ	CP	0.025	0.051	0.034	0.027	0.241	0.028	0.054	0.071	0.066	0.039	0.051	0.154	0.083	0.119	0.078	0.075	2.424	0.034	4.235	0.054	0.031	0.026	0.044	9.155	0.031	0.158	0.044	0.030	0.080	0.015	0.049	0.069
	LP	0.088	0.129	0.100	0.117	0.630	0.114	0.142	0.171	0.165	0.108	0.132	0.358	0.202	0.189	0.152	0.159	6.422	0.118	9.164	0.153	0.108	0.095	0.137	11.577	0.117	0.392	0.134	0.118	0.181	0.118	0.140	0.148
SP	CP	0.010	0.046	0.034	0.050	0.483	0.031	0.043	0.045	0.056	0.038	0.052	0.232	0.066	0.093	0.073	0.061	2.440	0.033	4.338	0.050	0.030	0.029	0.044	9.938	0.030	0.105	0.043	0.029	0.057	0.015	0.047	0.068
	LP	0.068	0.120	0.097	0.143	1.097	0.118	0.125	0.139	0.149	0.104	0.141	0.472	0.178	0.168	0.148	0.139	6.438	0.117	9.426	0.145	0.106	0.104	0.135	12.807	0.114	0.272	0.132	0.117	0.147	0.111	0.135	0.154
PR	CP	-0.001	0.039	0.036	0.058	0.437	0.049	0.032	0.028	0.053	0.015	0.052	0.230	0.076	0.084	0.063	0.048	2.445	0.033	4.335	0.045	0.030	0.033	0.044	9.829	0.030	0.101	0.044	0.027	0.050	0.027	0.050	0.059
	LP	0.051	0.107	0.097	0.146	1.002	0.142	0.104	0.112	0.140	0.065	0.128	0.467	0.188	0.157	0.138	0.120	6.453	0.109	9.452	0.126	0.098	0.101	0.126	12.745	0.105	0.260	0.123	0.106	0.134	0.116	0.136	0.135
SC	CP	0.005	0.038	0.036	0.061	0.457	0.034	0.031	0.022	0.054	0.046	0.049	0.225	0.073	0.090	0.059	0.050	2.488	0.032	4.420	0.044	0.028	0.032	0.042	9.979	0.028	0.097	0.043	0.025	0.052	0.025	0.047	0.058
	LP	0.062	0.112	0.097	0.144	1.047	0.113	0.110	0.109	0.146	0.105	0.131	0.459	0.185	0.167	0.135	0.128	6.605	0.109	9.684	0.125	0.096	0.101	0.125	12.993	0.106	0.252	0.123	0.106	0.140	0.120	0.142	0.144
RS	CP	-0.003	0.041	0.035	0.059	0.419	0.026	0.038	0.028	0.050	0.023	0.042	0.216	0.073	0.074	0.044	0.040	2.466	0.033	4.362	0.045	0.030	0.033	0.044	9.919	0.030	0.102	0.043	0.023	0.042	0.031	0.043	0.050
	LP	0.047	0.110	0.095	0.146	0.975	0.097	0.113	0.113	0.138	0.080	0.118	0.446	0.187	0.152	0.120	0.117	6.441	0.105	9.393	0.120	0.093	0.098	0.121	12.683	0.101	0.256	0.120	0.099	0.124	0.122	0.124	0.129
MS	CP	0.000	0.041	0.036	0.059	0.228	0.012	0.038	0.025	0.046	0.010	0.049	0.157	0.067	0.095	0.058	0.045	2.500	0.033	4.387	0.048	0.031	0.032	0.044	9.864	0.031	0.117	0.045	0.017	0.043	0.026	0.047	0.056
	LP	0.053	0.115	0.097	0.149	0.599	0.075	0.115	0.107	0.132	0.063	0.126	0.352	0.173	0.169	0.135	0.119	6.674	0.110	9.637	0.134	0.100	0.104	0.128	12.976	0.110	0.297	0.127	0.096	0.127	0.121	0.131	0.128
MT	CP	-0.010	0.042	0.037	0.063	0.294	0.143	0.044	0.041	0.048	-0.006	0.049	0.221	0.078	0.102	0.061	0.046	2.519	0.035	4.357	0.052	0.033	0.035	0.047	9.718	0.034	0.133	0.048	0.023	0.049	0.030	0.052	0.056
	LP	0.039	0.112	0.098	0.150	0.725	0.370	0.118	0.123	0.132	0.037	0.120	0.443	0.182	0.172	0.130	0.115	6.720	0.108	9.520	0.139	0.101	0.103	0.131	12.765	0.111	0.329	0.128	0.099	0.133	0.121	0.132	0.119
GO	CP	0.011	0.045	0.037	0.062	0.343	0.133	0.049	0.057	0.050	0.046	0.062	0.245	0.090	0.111	0.071	0.066	2.504	0.035	4.340	0.053	0.032	0.031	0.043	9.683	0.032	0.137	0.045	0.026	0.058	0.030	0.055	0.069
	LP	0.069	0.119	0.098	0.155	0.830	0.358	0.129	0.145	0.141	0.111	0.146	0.514	0.206	0.172	0.148	0.142	6.736	0.116	9.565	0.148	0.106	0.106	0.131	12.747	0.115	0.343	0.134	0.110	0.148	0.132	0.145	0.148
DF	CP	0.018	0.052	0.037	0.064	0.2																											